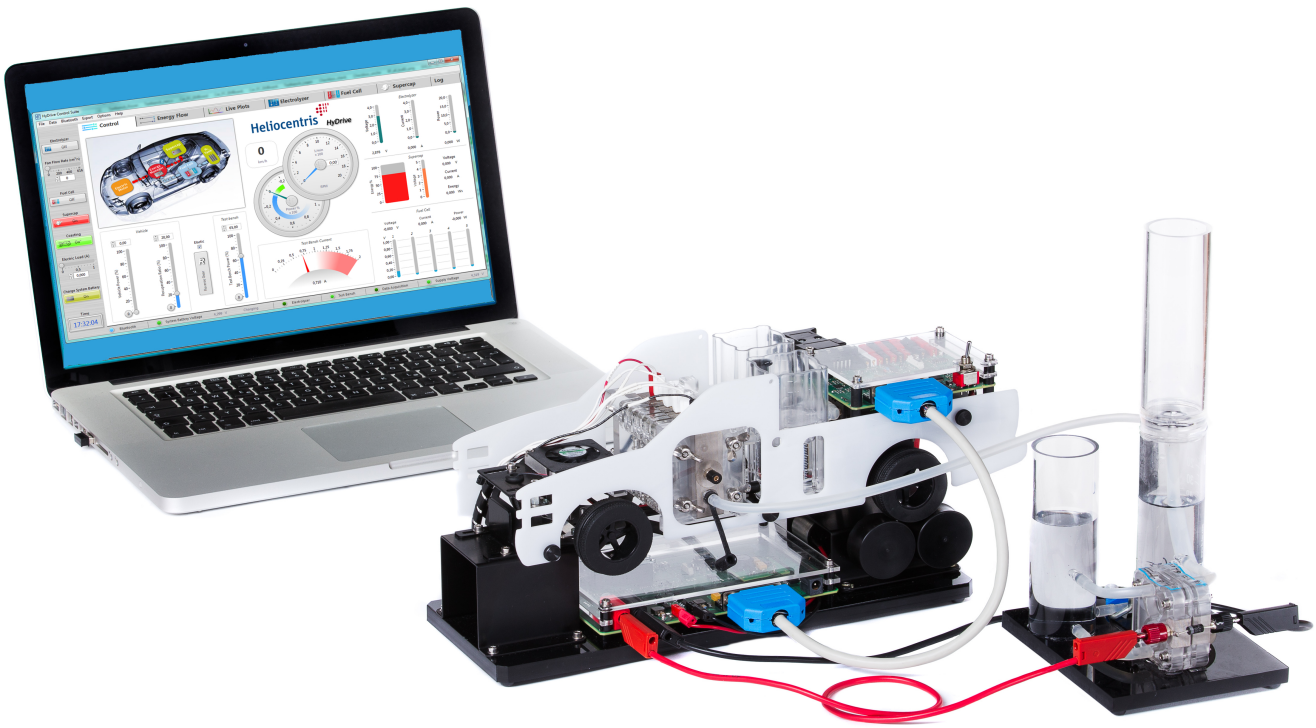
Heliocentris

# HyDrive - Electric Vehicle Trainer

Bedienungsanleitung

ACADEMIA OFFERING



HyDrive, Bedienungsanleitung
Version: 1.0
Juni 2015
© Heliocentris Academia GmbH
Rudower Chaussee 29
12489 Berlin
Deutschland
Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Bedienungsanleitungdarf vervielfältigt, in einem Datenabfragesystem gespeichert oder weitergeleitet werden, ohne die vorab schriftliche Genehmigung des Herausgebers. Komponenten des Produkts sind durch Patente und /oder Gebrauchsmuster geschützt.

HyDrive ist eine Marke der Heliocentris Academia GmbH, Deutschland.

Änderungen vorbehalten.

# Inhalt


**1 Informationen zu diesem Handbuch ..... 7**
1.1 Warnhinweise und Symbole ..... 7
1.2 Begleitunterlagen ..... 8

**2 Sicherheit ..... 9**
2.1 Grundlegende Hinweise zu Sicherheit und Verantwortung ..... 9
2.2 Zulässige Verwendung ..... 9
2.3 Gefährdungen bei zulässiger Verwendung ..... 10
2.4 Unzulässige Verwendung ..... 10
2.5 Grundlegende Hinweise zum Betrieb ..... 11
2.5.1 Anforderungen an den Eigentümer/Anwender ..... 11
2.5.2 Anforderungen an den Durchführungsort/Aufstellort ..... 11
2.5.3 Anforderungen an den Anwender ..... 12

**3 Komponenten ..... 13**
3.1 HyDrive Auto ..... 13
3.1.1 Energiesteuer platine ..... 15
3.1.2 Superkondensator ..... 15
3.1.3 Brennstoffzellen-Stack ..... 16
3.1.4 Autotanks und Wasserabscheider ..... 16
3.1.5 Die Control Suite-Kommunikation des Autos ..... 17
3.1.6 Batterien für die Roaming-Steuerung ..... 17
3.2 Prüfstand ..... 18
3.3 Elektrolyseur ..... 19
3.4 HyDrive Control Suite Software ..... 21

**4 Erste Schritte ..... 23**
4.1 Lieferumfang ..... 23
4.2 Aufstellort ..... 25
4.3 Komponenten auspacken ..... 26
4.4 HyDrive System montieren ..... 27
4.4.1 Auto montieren ..... 27
4.4.2 Prüfstand montieren ..... 29
4.4.3 Elektrolyseur-Station montieren ..... 30
4.5 HyDrive-System elektrisch anschließen ..... 31
4.5.1 Auto elektrisch anschließen ..... 31
4.5.2 Elektrolyseur anschließen ..... 35
4.6 Wasserstoff erzeugen und verwenden ..... 39
4.7 Brennstoffzelle spülen ..... 41

4.8 Software ..... 43
4.8.1 Bluetooth-Treiber installieren ..... 43
4.8.2 HyDrive Control Suite-Software installieren ..... 45
4.8.3 Verbinden über Bluetooth ..... 45

**5 Betrieb ..... 47**
5.1 Hauptbestandteile der HyDrive Control Suite-Software ..... 48
5.1.1 Menü ..... 49
5.1.2 Registerkarten ..... 49
5.1.3 Statusanzeigen in der unteren Leiste ..... 53
5.2 Wasserstoff erzeugen und verwenden ..... 54
5.3 Auto fahren ..... 56
5.3.1 Mit Prüfstand fahren ..... 57
5.3.2 Fahren ohne Prüfstand (Roaming) ..... 57
5.3.3 Rekuperation ..... 58
5.3.4 Auto im Rückwärtsgang fahren ..... 59
5.4 Messdaten verarbeiten ..... 59
5.4.1 Übersicht über Messdaten ..... 59
5.4.2 Messdaten protokollieren ..... 61
5.4.3 Diagramme erstellen ..... 62
5.5 Automatische Profile verwenden ..... 62
5.5.1 Beschreibung automatischer Profile ..... 62
5.5.2 Automatische Profile ausführen ..... 63
5.6 Batterien aufladen ..... 64
5.7 Supercap entladen ..... 64
5.8 Beispiel für die Verwendung der Control Suite-Software ..... 65

**6 Außerbetriebnahme ..... 67**
6.1 HyDrive-System demontieren ..... 67
6.1.1 Auto demontieren ..... 67
6.1.2 Prüfstand demontieren ..... 67
6.1.3 Elektrolyseur-Station demontieren ..... 67
6.2 Software deinstallieren ..... 68
6.3 Lagerung ..... 68
6.4 Versand ..... 69

**7 Problembehebung ..... 71**

**8 Wartung, Service und Entsorgung ..... 75**
8.1 Wartung ..... 75
8.1.1 Wasser-/Wasserstofftanks entleeren ..... 75
8.1.2 Batterien wechseln ..... 75
8.1.3 Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren ..... 77
8.2 Reinigen ..... 81

8.2.1 Batteriesäure von Komponenten entfernen ..... 81
8.3 Service ..... 82
8.4 Entsorgung ..... 82
8.5 Gewährleistung ..... 83
**9 Technische Daten ..... 85**
9.1 Betriebsbedingungen ..... 85
9.2 Lagerbedingungen ..... 85
9.3 Transportbedingungen ..... 85
9.4 Modellauto (einschließlich Energiesteuerplatine) ..... 85
9.4.1 Energiesteuerplatine ..... 85
9.4.2 Wasserstofftanks (einschließlich Wasserabscheider) ..... 86
9.4.3 Zerlegbarer Brennstoffzellen-Stack ..... 86
9.4.4 Superkondensator ..... 86
9.5 Prüfstand (einschließlich Steuerplatine) ..... 86
9.5.1 Steuerplatine des Prüfstands ..... 86
9.6 Elektrolyseur-Station ..... 87
9.7 Hardware- und Software-Anforderungen ..... 87
**10 Anhang ..... 89**
10.1 Sicherheitsdatenblatt für Wasserstoff ..... 89

# 1 Informationen zu diesem Handbuch

Die Bedienungsanleitung soll Ihnen bei der Verwendung des Produkts behilflich sein. Sie ist wie folgt gegliedert.

| | |
|---|---|
| Sicherheit | Im Kapitel Sicherheitshinweise finden Sie Informationen zum sicheren Umgang mit dem Produkt. Das Lesen und Verstehen dieses Kapitels ist unerlässlich. |
| Erste Schritte | Dieses Kapitel beschreibt die erforderlichen Schritte für die erste Inbetriebnahme des Produkts. |
| Betrieb | Das Kapitel führt in die Bedienung des Produkts ein. |
| Außerbetriebnahme | Dieses Kapitel beschreibt, wie das Produkt demontiert, gelagert und transportiert wird. |
| Problembehebung | In diesem Kapitel werden mögliche Probleme und ihre Lösung beschrieben. |
| Wartung, Service und Entsorgung | Dieses Kapitel beschreibt alle im Produktlebenszyklus anfallenden Maßnahmen wie Wartung, Reinigung, Service, Gewährleistung und Entsorgung. |
| Technische Daten | Am Ende der Bedienungsanleitung findet sich ein Überblick wichtiger technischer Daten. |
| Anhang | Zur besseren Übersicht sind im Anhang die verwendeten Abkürzungen zusammengefasst, und zur schnellen Orientierung dient ein Index. |

## 1.1 Warnhinweise und Symbole

### In dieser Bedienungsanleitung verwendete Symbole und Labels

| Symbol oder Label | Bedeutung |
|---|---|
| ▶ | Anweisung |
| ✔ | Hilfsmittel oder Voraussetzungen, die vor einer Handlung benötigt werden |
| 1. | Anweisungen in einer bestimmten Reihenfolge |
| ⇒ | Resultat einer Handlung |
| •, – | Liste |
| ***Schalter*** | Bezieht sich auf einen Schalter, eine Taste, einen Button oder ein Icon |

| | |
|---|---|
| Verweis auf Seite x | Verweis auf weitere Informationen |

Tab. 1-1 Symbole in der Bedienungsanleitung

### Warnhinweise

Es werden folgende Warnhinweise verwendet:

| | |
|---|---|
| Warnung | Warnt vor schweren Verletzungen. |
| Vorsicht | Warnt vor Verletzungen. |
| Achtung | Warnt vor Sachbeschädigungen am Produkt. |

### Tipps

Nützliche Tipps sind wie folgt gekennzeichnet:

| | |
|---|---|
| Tipp | Gibt weitere Tipps |

## 1.2 Begleitunterlagen

Die folgende Unterlagen werden mit dem Produkt und der Bedienungsanleitung mitgeliefert:

- Experimentieranleitung zu HyDrive
- Kurzanleitungen zu HyDrive
  - Wasserstoff erzeugen und verwenden / Brennstoffzelle spülen
  - Supercap entladen / Messdaten protokollieren
- CD mit Software, Treiber und Bedienungsanleitungen
  - HyDrive Control Suite
  - Bluegiga-Bluetooth-Dongle-Treiber BLED 112

# 2 Sicherheit

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zum sicheren Umgang mit dem Produkt. Das Lesen und Verstehen dieses Kapitels ist unerlässlich.

## 2.1 Grundlegende Hinweise zu Sicherheit und Verantwortung

Eine nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts kann zu schweren Verletzungen führen.

**Verletzungsgefahr durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung!**

Eine nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts kann zu schweren Verletzungen führen.

- ▶ Halten Sie das Handbuch immer verfügbar.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass Sie die Anleitungen vollständig gelesen und verstanden haben.
- ▶ Beachten Sie alle Sicherheits- und Warnhinweise.
- ▶ Bewahren Sie Handbuch und Unterlagen an einem sicheren Ort auf, und geben Sie diese an Nachbesitzer des Produkts weiter.
- ▶ Halten Sie alle örtlichen Vorschriften ein.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich Produktkomponenten.
  Ausnahme: Im Handbuch sind weitere Hilfsmittel angegeben.

**Verletzungsgefahr durch nicht autorisierte Veränderungen!**

Umbauten und Änderungen am Produkt können allgemeine Gefahren bergen (Verletzungsgefahr durch entweichenden Wasserstoff, Verletzungsgefahr durch Stromschlag).

- ▶ Nehmen Sie keine Umbauten und Veränderungen am Produkt oder seinen einzelnen Komponenten vor.

## 2.2 Zulässige Verwendung

Das Produkt wurde entwickelt für:

- Experimentierzwecke
- Demonstrationszwecke
- Schulungszwecke

Für alle anderen Zwecke ist das Produkt nicht vorgesehen und seine Verwendung nicht zulässig.

Es darf nur unter Aufsicht betrieben werden.

## 2.3 Gefährdungen bei zulässiger Verwendung

### Entweichender Wasserstoff

Wasserstoff selbst ist keine gefährliche Substanz – erst durch seine Eigenschaften, die er bei der Interaktion mit anderen Substanzen zeigt, wird er gefährlich.

### Verletzungsgefahr durch Verbrennungen!

Entweichender Wasserstoff kann sich entzünden und zu Verbrennungen auf der Haut führen.

- ▶ Vermeiden Sie übermäßige Wärme im Umfeld des Systems und der Wasserstoffquelle.
- ▶ Rauchen und offene Flammen sind verboten.
- ▶ Beachten Sie die örtlichen Sicherheitsvorschriften.
- ▶ Halten Sie bei ausströmendem Gas ausreichend Abstand, und halten Sie entzündliche Materialien fern.
- ▶ Treffen Sie geeignete Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung.

### Elektrizität

Vom System gehen keine besonderen elektrischen Gefahren aus, wenn Folgendes beachtet wird:

- ▶ Verwenden Sie nur die auf dem Typenschild angegebene Versorgungsspannung.
- ▶ Schließen Sie Ein- und Ausgänge nicht kurz.
- ▶ Verpolen Sie Ein- und Ausgänge nicht.
- ▶ Führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere solche aus Metall, in irgendwelche Komponenten ein, z. B. durch die Lüftungsgitter.
- ▶ Verwenden Sie keine Flüssigkeiten in der Nähe des Produkts.
- ▶ Verwenden Sie niemals das System, wenn irgendein Teil davon in Wasser eingetaucht wurde.

## 2.4 Unzulässige Verwendung

Verwenden Sie das Produkt nicht für folgende Zwecke:

- Erzeugung von Strom zu einem anderen Zweck als oben beschrieben
- Betrieb außerhalb der technischen Spezifikationen

- Betrieb außerhalb der zulässigen Betriebsumgebung
- Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen

Das System wurde nach den anerkannten Regeln der Technik entwickelt und produziert. Vor Auslieferung wurde es einer Funktions- und Sicherheitsprüfung unterzogen. Trotzdem können bei unsachgemäßer Bedienung oder Missbrauch Gefahren entstehen.

- ▶ Der Ausbau fester Teile ist verboten.
- ▶ Das Abklemmen der Verkabelung im System ist verboten.

Es ist nicht gestattet, von Heliocentris gelieferte bzw. gekaufte Komponenten oder Produkte in der Luft- oder Raumfahrt (auch nicht im Modellbau) einzusetzen.

## 2.5 Grundlegende Hinweise zum Betrieb

### 2.5.1 Anforderungen an den Eigentümer/Anwender

Der Eigentümer/Anwender hat dafür Sorge zu tragen, dass das System nur dem in Kapitel Anforderungen an den Anwender auf Seite 12 bestimmten Benutzerkreis zugänglich ist.

Die in dieser Bedienungsanleitung aufgeführten Sicherheits- und Warnhinweise müssen beachtet werden. Der Eigentümer/Anwender ist verantwortlich für das Einhalten örtlicher Sicherheitsvorschriften.

Der Eigentümer/Anwender ist außerdem für Folgendes verantwortlich:

- Implementierung einer Risikoanalyse im Sinne der deutschen Vorschriften zur Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz
- Durch geeignete Maßnahmen ist zu verhindern, dass Unbefugte das System installieren, betreiben oder warten können.

### 2.5.2 Anforderungen an den Durchführungsort/Aufstellort

Das System muss in einem Labor betrieben werden, das den örtlichen Vorschriften entspricht (siehe Laborrichtlinien BGI 850-0e, Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen für Laboratorien).

**Gefahr von Beschädigungen durch reaktive Gase und Substanzen!**

Die Brennstoffzellenmembran enthält einen Katalysator, der mit reaktiven Gasen reagiert und diese entzünden kann.

- ▶ Verwenden Sie die Brennstoffzelle nur in Räumen, die keine reaktiven Gase und Flüssigkeiten enthalten.
- ▶ Sorgen Sie dafür, dass der Raum ausreichend gelüftet ist.
- ▶ Der Eigentümer/Anwender des Systems muss ausreichende Maßnahmen treffen, um zu verhindern, dass sich Wasserstoff in

geschlossenen oder unbelüfteten Bereichen sammeln kann (z. B. Installation eines Abluftsystems und eines Wasserstoffwarnsystems usw.).

### 2.5.3 Anforderungen an den Anwender

Das Produkt ist als Laborsystem für den Einsatz durch eingewiesenes Fachpersonal in Bildung und Forschung vorgesehen. Seine Ausführung entspricht nicht der eines „verbraucherorientierten" Produkts, dessen bestimmungsgemäße Verwendung allgemein bekannt ist und das gegen Bedienungsfehler oder nicht bestimmungsgemäße Verwendung geschützt ist. Das Produkt darf von den folgenden Personen und unter den folgenden Bedingungen verwendet werden:

#### Qualifikation

- Personen, die über einen Ausbildungsnachweis in Chemie, Physik, Elektronik oder Elektrotechnik oder einen gleichwertigen Nachweis verfügen und mit den örtlichen Vorschriften für den sicheren Umgang mit Wasserstoff vertraut sind sowie über Erfahrung im Umgang mit Wasserstoff verfügen.
- Das Personal muss mit den vor Ort geltenden Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften vertraut sein und diesen Folge leisten.

#### Die Ausbildung muss unter ständiger Aufsicht erfolgen.

- Das HyDrive-System darf nur von Personen verwendet werden, die älter als 12 Jahre sind.
- In der Ausbildung darf das HyDrive-System von den Auszubildenden nur unter Aufsicht des Lehrpersonals benutzt werden.
- Das Lehrpersonal muss einen sachgemäßen Umgang gewährleisten und hat die Pflicht, auf mögliche Gefahren hinzuweisen.

# 3 Komponenten

Das HyDrive-Electric Vehicle Trainer besteht aus vier Hauptkomponenten:

- Das HyDrive-Auto ist ein Hybrid-Modellauto mit Brennstoffzelle. Es kann entweder eigenständig oder auf dem Prüfstand betrieben werden.
- Der Prüfstand, der die Straße simuliert (d. h. Rollwiderstand)
- Die Elektrolyseur-Station, die Wasserstoff erzeugt und das Prinzip der sicheren Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen veranschaulicht.
- Die didaktische HyDrive Control Suite-Software mit den Funktionen
  - drahtlose Bluetooth-Systemsteuerung
  - Visualisierung des Energieflusses
  - Datenerfassung und Analyse

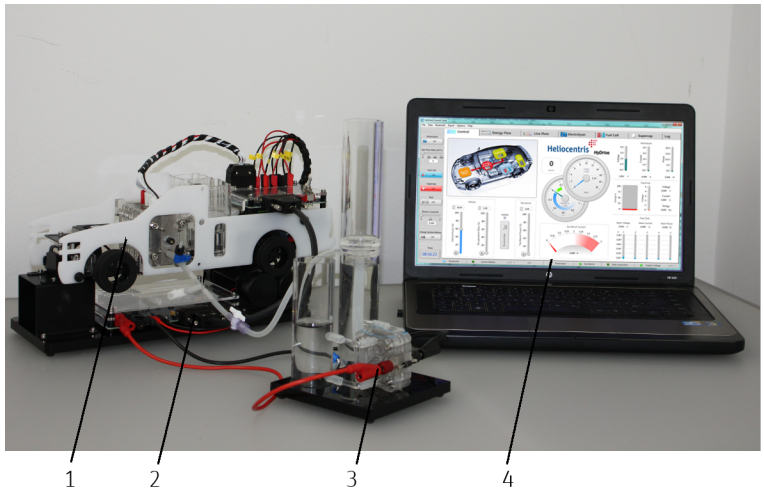



Abb. 3-1 HyDriveElectric Vehicle Trainer

1 HyDrive-Auto
2 Prüfstand
3 Elektrolyseur
4 HyDrive Control Suite-Software (ohne Notebook!)

## 3.1 HyDrive Auto

Das HyDrive-Auto ist ein Hybrid-Modellauto mit Brennstoffzelle. Es kann entweder eigenständig oder auf dem Prüfstand betrieben werden.

Das HyDrive-Auto besteht aus:

- Brennstoffzellen-Stack
- Supercap
- Wasserstoff-Autotanks und Wasserabscheider
- Energiesteuerplatine

- Lüfter
- Batterien für die Roaming-Steuerung
- Motor

Die HyDrive Control Suite-Software steuert das Auto und die Energieversorgung und erfasst die Messdaten aus dem Auto.

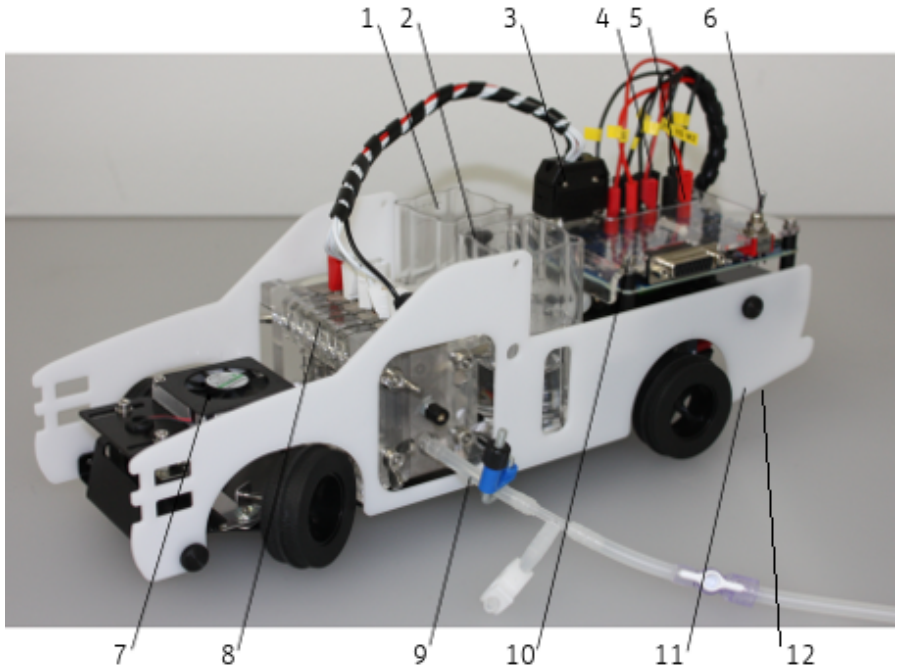



Abb. 3-2 HyDriveAuto

1 Wasserstoff-Autotanks
2 Wasserabscheider
3 Anschluss zur Brennstoffzelle
4 Anschlüsse zu verschiedenen Geräten am Auto
5 Anschluss zum Prüfstand
6 Auto ein/aus
7 Lüfter
8 Brennstoffzellen-Stack
9 Leitungsanschluss zu Elektrolyseur
10 Energiesteuerplatine
11 Supercap (unter dem Auto)
12 Motor (im Autoheck)

### 3.1.1 Energiesteuer platine

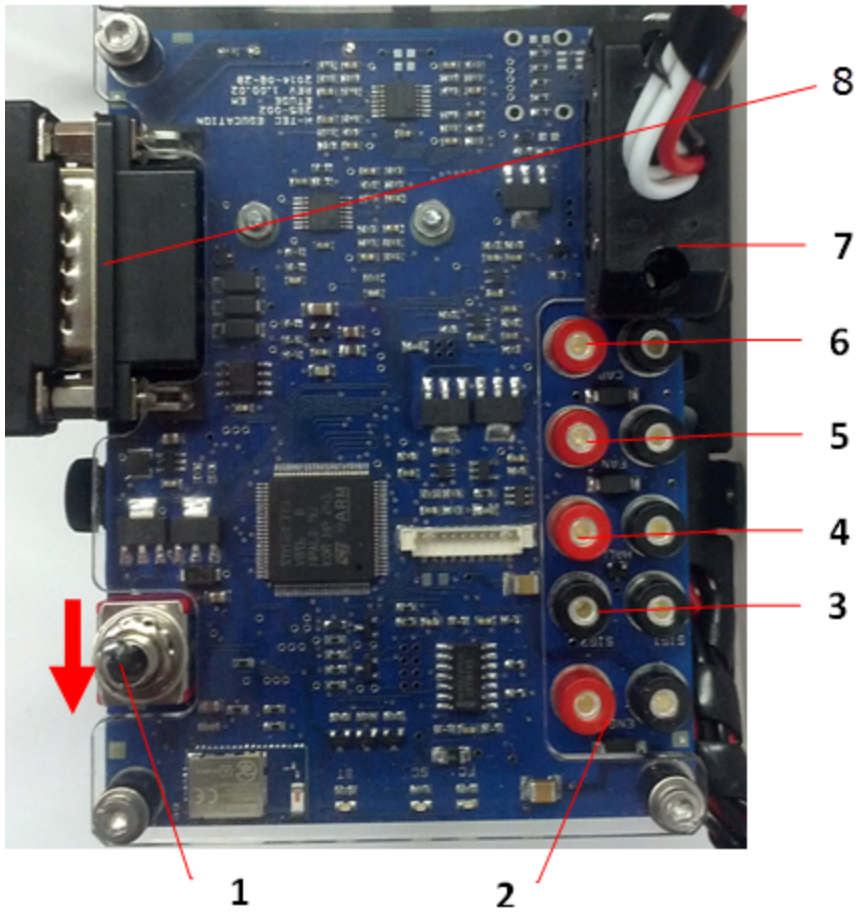



Abb. 3-3Verbindungen zwischen Energiesteuerplatine und den weiteren Geräten im Auto

Verbindung mit:

1 Ein-/Ausschalter der Energiesteuerplatine
2 Motorversorgung
3 Sig1, Sig2
4 Hall-Sensor
5 Lüfter
6 Supercap
7 Brennstoffzellen-Steckverbinder
8 Auto-Steckverbinder an Prüfstand

### 3.1.2 Superkondensator

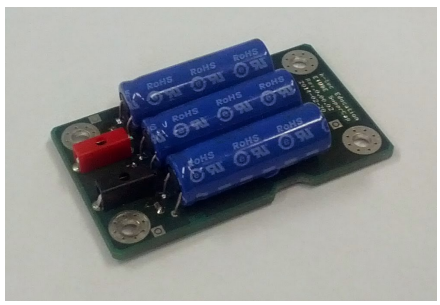


Abb. 3-4 Superkondensator im Auto

Der Superkondensator simuliert das Batteriemodul in einem Hybridfahrzeug. Er kann entweder mithilfe des Brennstoffzellen-Stacks oder per Rekuperation durch die Nutzung der Bremsenergie geladen

werden. Auf diese Weise kann die typische Funktionsweise eines Hybrid-Batteriefahrzeugs und die Bedeutung der Brennstoffzelle zur Erhöhung der Reichweite demonstriert werden.

Der Superkondensator speichert die Rekuperationsenergie. Die gespeicherte Energie hängt von der Rekuperationsrate ab. Die Rekuperationsrate kann in HyDrive Control Suite definiert werden.

Im Gegensatz zu normalen Autobatterien speichern Superkondensatoren die Ladung mithilfe eines elektrischen Felds statt mithilfe elektrochemischer Prozesse.

### 3.1.3 Brennstoffzellen-Stack

Die Brennstoffzelle erzeugt aus Wasserstoff und Sauerstoff elektrische Energie, die dann vom HyDrive-Auto genutzt wird. Jede Zelle des Brennstoffzellen-Stacks ist mit der Energiesteuerplatine verbunden, wodurch die Spannung an den einzelnen Zellen gemessen werden kann.

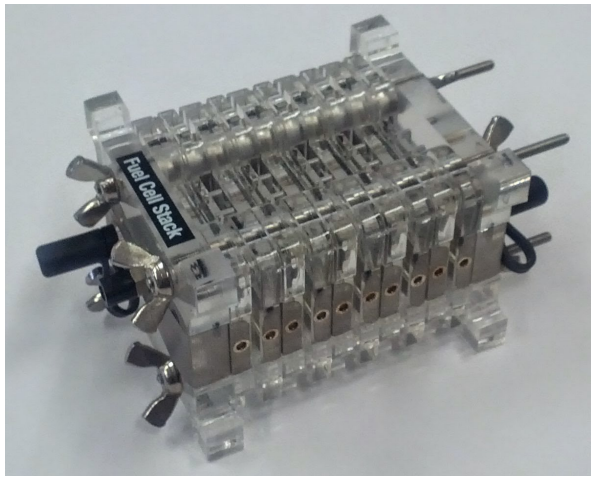



Abb. 3-5 Brennstoffzellen-Stack

Lüfter

Mithilfe des Lüfters im Auto lässt sich die Sauerstoffversorgung des Brennstoffzellen-Stacks und damit die Leistung erhöhen.

### 3.1.4 Autotanks und Wasserabscheider

Die beiden Tanks im Auto speichern Wasserstoff und liefern ihn an den Brennstoffzellen-Stack. Der Wasserabscheider zwischen den Tanks verhindert, dass Wasser in den Brennstoffzellen-Stack eindringen kann. Im Brennstoffzellen-Stack sollte sich kein Wasser befinden; andernfalls wird die Leistung des Stacks gemindert.

### 3.1.5 Die Control Suite-Kommunikation des Autos

Die Energiesteuerplatine des Autos und die auf dem Computer installierte Control Suite-Software sind über Bluetooth miteinander verbunden.

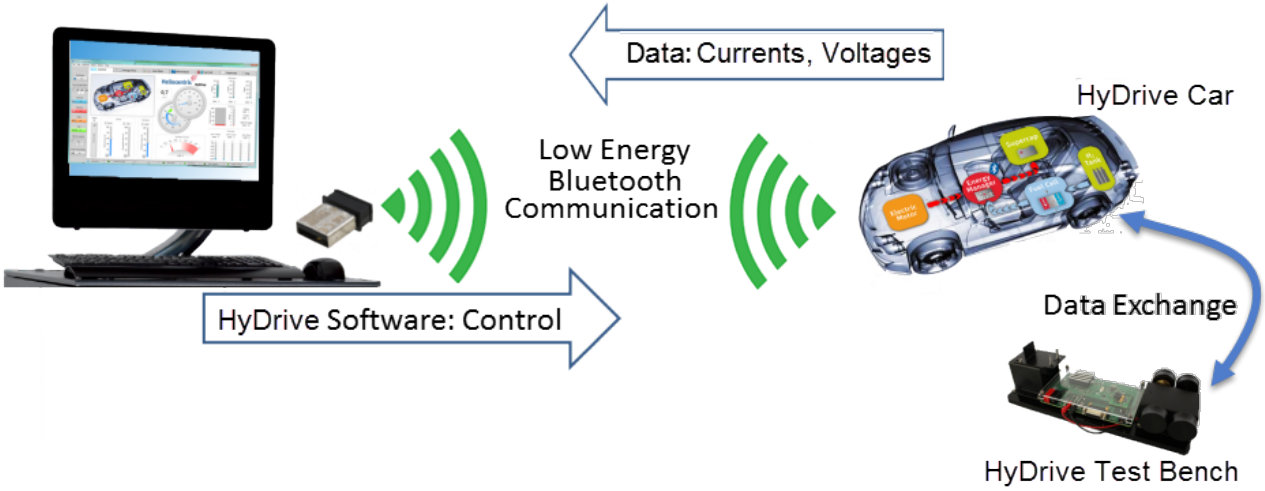



Abb. 3-6 Kommunikation zwischen PC und HyDrive-System

Durch die Verwendung dieser Software kann der Anwender Folgendes steuern:

- die Geschwindigkeit des Autos
- die durch den Elektrolyseur erzeugte Wasserstoffmenge
- die Höhe der Energierückgewinnung beim Bremsen

### 3.1.6 Batterien für die Roaming-Steuerung

Dank der Systembatterien kann das Auto ohne Kabelverbindung zum Prüfstand bewegt werden. Es wird dabei weiterhin durch dieHyDrive Control Suite über eine Bluetooth-Verbindung gesteuert.

Das Batteriepack befindet sich unter der Energiesteuerplatine.

Das Batteriepack besteht aus drei wiederaufladbaren AAA-Batterien.

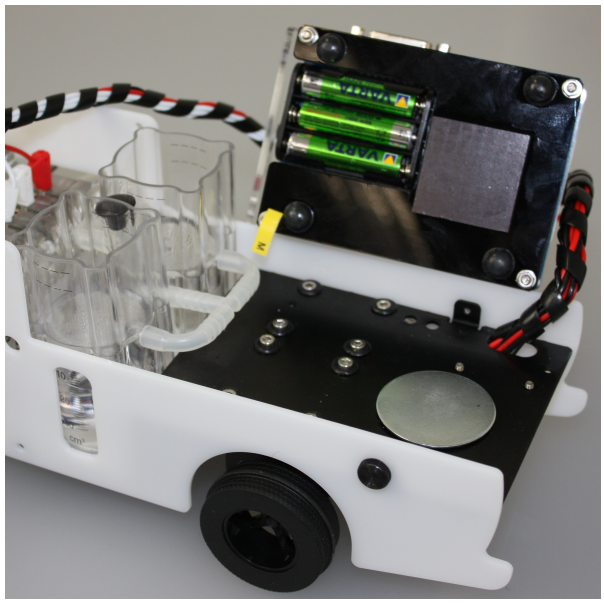


Abb. 3-7 Steuerplatinenbatterien für Roaming

## 3.2 Prüfstand

Der Prüfstand versorgt den Elektrolyseur und den Prüfstandmotor, der die Räder antreibt, mit Spannung.

Der Elektrolyseur, die Rekuperation des Autos und die E-Last können nur gesteuert werden, wenn das Auto mit dem Prüfstand verbunden ist.

Er liefert außerdem Energie, um die internen Batterien des Autos zu laden. Er kann verwendet werden, um den Motor des Autos für die Rekuperation anzutreiben.

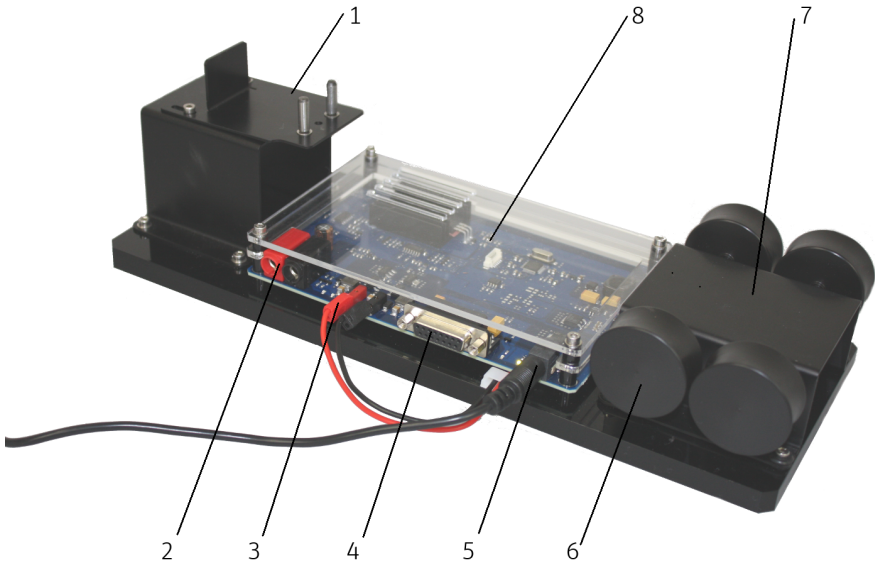



Abb. 3-8 Prüfstand, Teile und Anschlüsse

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Auto-Netzgerät | 2 | Spannungsversorgung des Elektrolyseurs |
| 3 | Motorsteuerung | 4 | Kommunikation mit dem Auto |
| 5 | Spannungsversorgung der Platine | 6 | Räder |
| 7 | Elektromotor | 8 | Steuerplatine des Prüfstands |

Das Kommunikations modul befindet sich im Auto; der Prüfstand muss also mit dem Auto verbunden werden.

## 3.3 Elektrolyseur

Der Elektrolyseur sowie die Wasser- und Wasserstofftanks sind auf demselben Stützträger montiert.

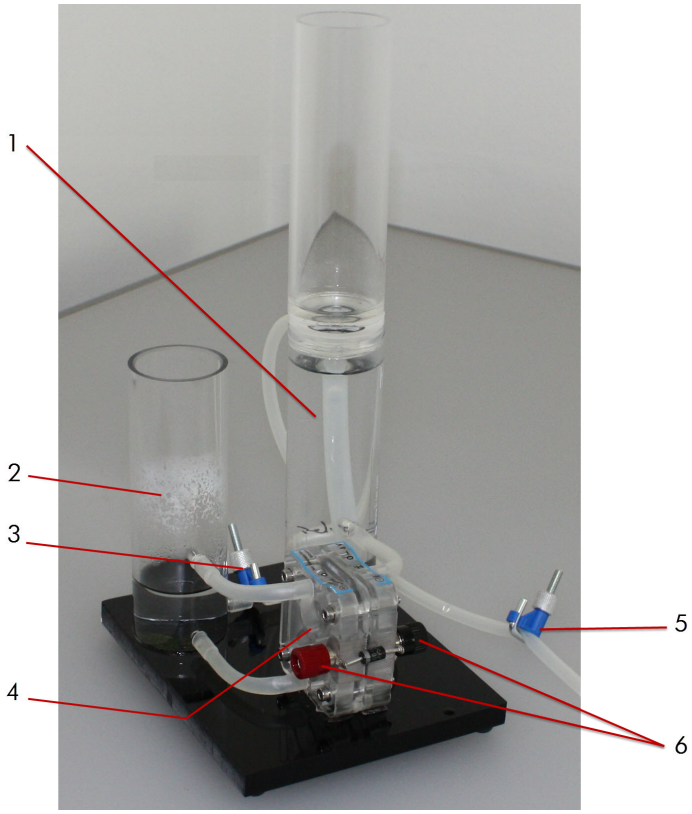



Abb. 3-9 Elektrolyseur

1 Wasserstofftank, 80 $cm^3$
2 Tank für destilliertes Wasser (Sauerstoffauslass)
3 Wasserstandregelventil
4 Elektrolyseur
5 Elektrolyseurventil (Tank zu Brennstoffzelle)
6 Stromsteckverbinder

Der Wasserbehälter ist mit drei Leitungen ausgestattet:

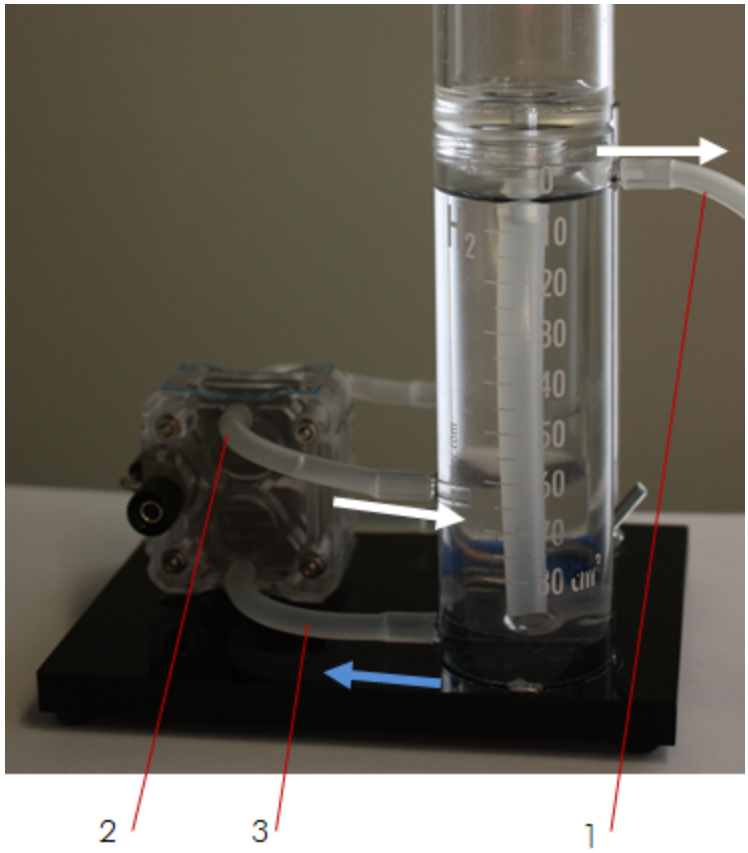



Abb. 3-10 Unterer Teil des Wasserstofftanks: Wasserstoffströme

1 Wasserstoff: Wasserstofftank zu Brennstoffzelle

2 Wasserstoff: Elektrolyseur zu Wasserstofftank

3 Wasser: Wasserbehälter zu Elektrolyseur

## 3.4 HyDrive Control Suite Software

Die HyDrive Control Suite-Software dient dazu, die Steuerung des Systems, die Datenerfassung und die grafische Darstellung der erfassten Daten zu vereinfachen.

Sie dient außerdem zur Simulation von Fahrzyklen, der Aufzeichnung von Echtzeitdaten und der Bewertung von Komponenten, um Anwendern die Funktion von Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb darzustellen und zu erläutern.

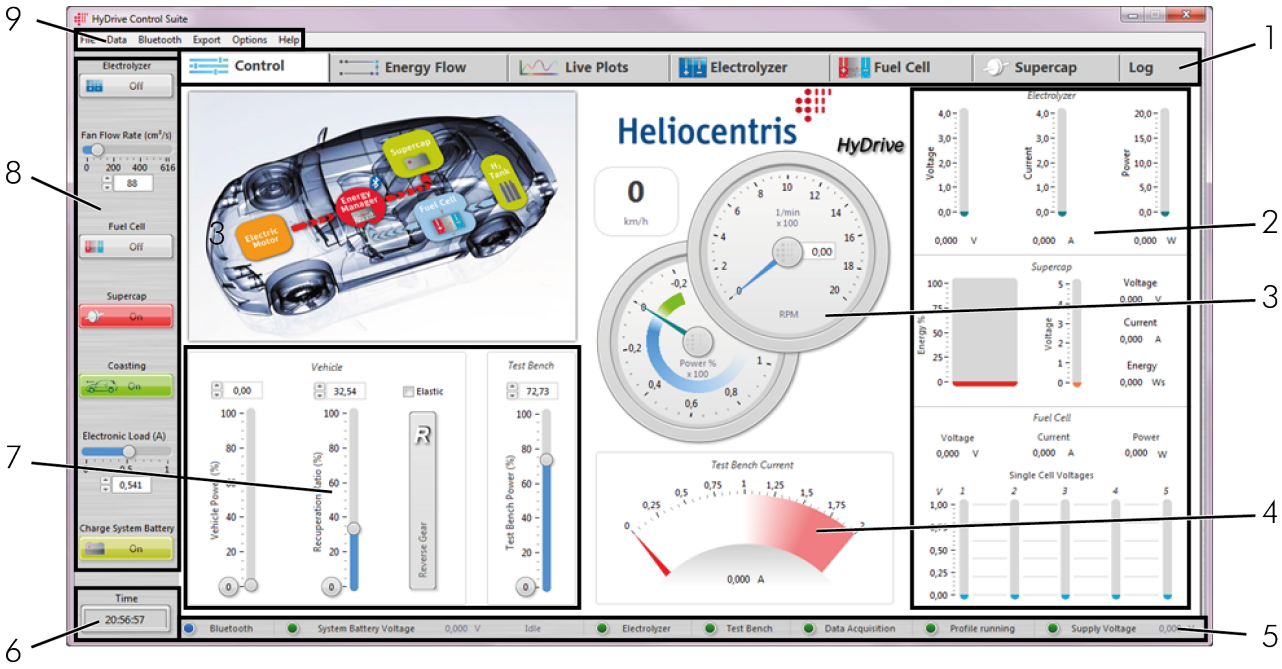



Abb. 3-11 Oberfläche der HyDrive Control Suite-Software

1 Registerkarten

2 Anzeigen für ***Elektrolyseur***, ***Supercap***, ***Brennstoffzelle***

3 Tachometeranzeigen

4 Prüfstandsstromanzeige

5 Statusleiste: Statusanzeigen

6 Uhr

7 Geschwindigkeits- und Rekuperationssteuerungen

8 Energiesteuerungen

9 Menü

# 4 Erste Schritte

In diesem Kapitel erfahren Sie neben dem Lieferumfang die notwendigen Schritte für die Inbetriebnahme des HyDrive, darunter die Wahl eines geeigneten Aufstellorts, die Einrichtung der einzelnen Module und das Anschließen aller erforderlichen Komponenten.

## 4.1 Lieferumfang

Das HyDrive-System wird in einer Kunststoffbox geliefert und besteht aus folgenden Komponenten:

| **Eigenschaft** | **Wert** |
|---|---|
| HyDrive-Auto | Chassis<br>Energiesteuerplatine<br>(vormontierte) Wasserstoff-Autotanks (2× 30 $cm^3$) und Wasserabscheider, 3 Kappen<br>Brennstoffzellen-Stack (2 Kappen inklusive)<br>Für Verbindung Brennstoffzellen-Stack – Elektrolyseur: Wasserstoffleitung für Brennstoffzellen-Stack, T-Stück, 2 Schlauchklemmen (Freilaufventil, Spülventil)<br>Supercap<br>Seitenteile, 2×<br>Rändelschrauben, 6×<br>15-poliges Kommunikationskabel für Verbindung Auto – Prüfstand<br> <br>RS232-Brennstoffzellenkabel für Verbindung Auto – Brennstoffzelle |

| | |
|---|---|
| | <br>Ladekabel für Supercap<br> <br>Netzteil: verbindet die Autosteuerplatine mit der Stromversorgung optional zusammen mit dem Ladekabel für Supercap und simuliert die Brennstoffzellenenergie<br> |
| Prüfstand | Prüfstand<br>Steuerplatine des Prüfstands<br>Verbindungskabel Prüfstand – Elektrolyseur (1× rot, 1× schwarz)<br>Verbindung Prüfstand – Motor (vormontiert) |
| Elektrolyseur-Station | vormontiert: Elektrolyseur, Wasserstofftank (80 $cm^3$), Tank für destilliertes Wasser, Schlauchklemme<br>Ausgleichstank<br>Wasserstoffleitung<br>Elektrolyseurventil |
| Elektrolyseurventil | |
| Spülventil | |
| 2× Netzkabel (1 EU, 1 USA) | |

| | |
|---|---|
| Netzteil | |
| Batterien | 3× NiMH, AAA, 1,2 V |
| destilliertes Wasser | 1 Flasche, 250 ml |
| Bluetooth-Dongle | |
| CD-ROM | mit Software, Treiber und Bedienungsanleitungen:<br>HyDrive Control Suite<br>Bluegiga-Bluetooth-Dongle-Treiber BLED 112 |

## 4.2 Aufstellort

Achtung

**Gefahr von Beschädigung durch Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit!**

Durch Eindringen oder Ablagerung von Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kann das HyDrive-System beschädigt werden.

▶ Verwenden Sie das System nur in einer sauberen und trockenen Umgebung.

Der Aufstellort muss außerdem folgende Anforderungen erfüllen:

- Sauber
- Frostfrei
- Stabiler, ebener Untergrund
- Ausreichende Belüftung / keine geschlossenen Räume
- Das System darf nicht in potenziell explosionsgefährdeten Bereichen (EX-Zonen) aufgestellt bzw. betrieben werden.
- Verwenden Sie das System nur in Räumen, in denen keine reaktiven Gase und Flüssigkeiten vorhanden sind.
- Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung wurden getroffen.
- Nicht brennbarer bzw. schwer entflammbarer Untergrund wird verwendet
  (FV-1 nach IEC 60707 oder besser).

- Der Raum entspricht den örtlichen Laborrichtlinien. Dies gilt insbesondere für die Verwendung und Lagerung der Metallhydrid-Speicherzylinder.
- Höchste relative Luftfeuchte 80 % für Temperaturen bis 30 °C (86 °F).
- Höhe bis 1.500 m über NN.
- Temperaturbereich zwischen 10 und 35 °C
- Frei von reaktiven Chemikalien (z. B. Schwefelverbindungen, Kohlenstoffmonoxid, Ammoniak, Chlorverbindungen, Lösemittel) und entzündlichen Stoffen, Kraftstoff sowie anderen entzündlichen Dämpfen und Flüssigkeiten.
- Stromversorgungsanschlüsse müssen vorhanden sein.
- Feuerlöscher Klasse ABC
  - Siehe auch Anforderungen an den Durchführungsort / Aufstellort.

## 4.3 Komponenten auspacken

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch herabfallende Teile!**

Herabfallende Teile können Füße oder andere Körperteile verletzen.

▶ Tragen Sie festes Schuhwerk.

✓ Geeigneter Aufstellort

1. Untersuchen Sie das gelieferte System auf sichtbare Transportschäden.
   - Falls erforderlich,
     - dokumentieren Sie den Schaden mit einer Kamera, und
     - setzen Sie sofort das Transportunternehmen und Heliocentris oder Ihren Lieferanten über den Schaden in Kenntnis.

Packen Sie die Box aus.

2. Drücken Sie mit beiden Händen die beiden weißen Schieberiegel auf dem Deckel der Box nach außen, und klappen Sie den Deckel nach oben.
3. Packen Sie alle Komponenten aus.

Tipp Beim Auspacken der Autotanks spüren Sie möglicherweise einen leichten Widerstand aufgrund der magnetischen Oberflächen zwischen den Autotanks und dem Chassis. Heben Sie die Tanks mit dem Beutel an, und entfernen Sie den Beutel.

4. Vergleichen Sie sofort nach dem Auspacken den Lieferumfang mit den Angaben in dieser Bedienungsanleitung.
   - Benachrichtigen Sie bei Abweichungen Heliocentris oder Ihren Lieferanten.

5. Bewahren Sie Verpackungsmaterial für die spätere Lagerung oder den Transport des Systems auf.

Tipp Das System funktioniert nicht ohne den Bluetooth-Dongle. Bewahren Sie den Bluetooth-Dongle in einer kleinen Schachtel auf, damit er nicht verloren geht.

## 4.4 HyDrive System montieren

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie das HyDrive-System montiert wird. Hierzu müssen folgende Schritte ausgeführt werden:


- Auto montieren auf Seite 27
- Prüfstand montieren auf Seite 29
- Elektrolyseur-Station montieren auf Seite 30


### 4.4.1 Auto montieren

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie das Auto montiert wird.

Achtung

**Beschädigung elektronischer Komponenten durch Verwendung falscher Batterien!**

Bei Verwendung anderer als der im vorliegenden Handbuch angegebenen Batterien kann unter Umständen Batterieflüssigkeit austreten. Batteriesäure kann Schäden an den elektronischen Systemkomponenten verursachen.

- ▶ Verwenden Sie ausschließlich den technischen Spezifikationen entsprechende Batterien, siehe Technische Daten.
- ▶ Wechseln Sie auslaufende Batterien aus.
- ▶ Reinigen Sie bei auslaufenden Batterien die betroffenen Komponenten.

Achtung

**Eingeschränkte Funktionalität durch Verpolung der Batterien!**

Bei falsch eingelegten Batterien funktioniert das System nicht richtig oder gar nicht.

- ▶ Achten Sie daher beim Einlegen der Batterien auf korrekte Polarität (+/-).

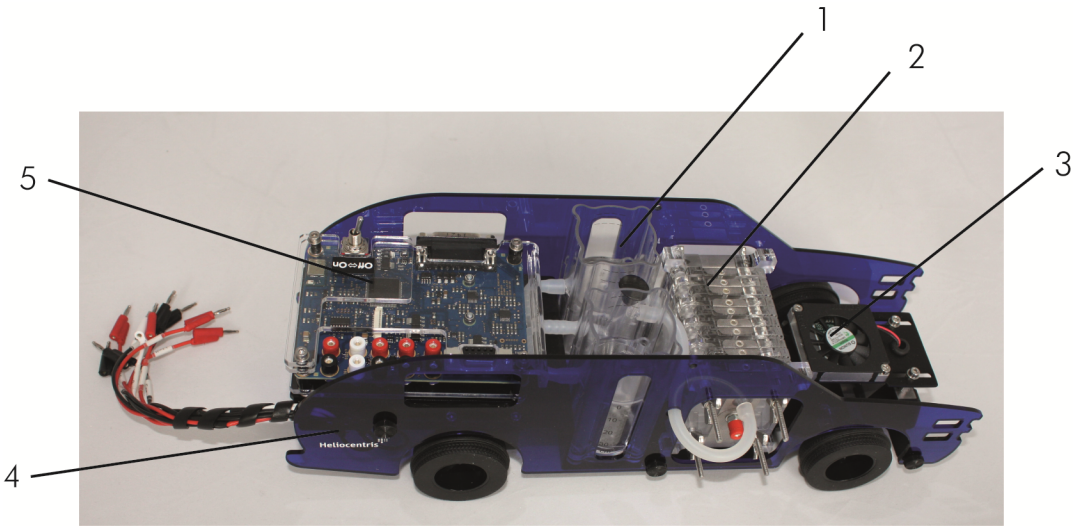



Abb. 4-1 Auto montieren

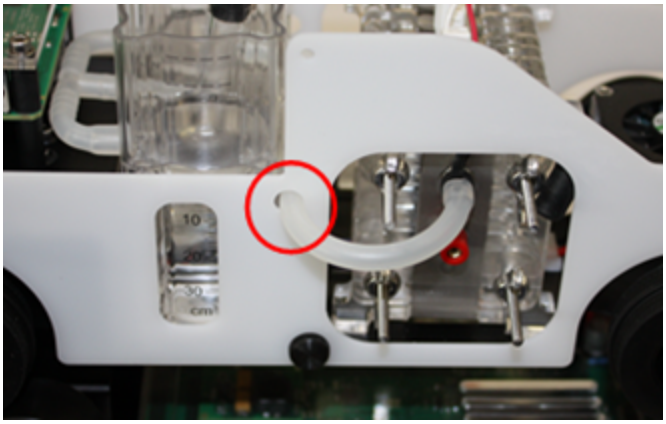
1 Autotanks / Wasserabscheider
2 Brennstoffzellen-Stack
3 Lüfter
4 Seitenteil
5 Energiesteuerplatine

- ✓ Geeigneter Aufstellort
- ✓ Chassis
- ✓ Vormontierte Tanks / Wasserabscheider des Autos
- ✓ Brennstoffzellen-Stack
- ✓ Batterien, 3×
- ✓ Energiesteuerplatine
- ✓ Seitenteile des Autos, 2×
- ✓ Rändelschrauben, 6×

1. Stellen Sie das Chassis auf eine ebene Oberfläche.
2. Platzieren Sie die vormontierten Tanks / Absorber (1) auf der magnetischen Oberfläche des Chassis.
3. Achten Sie darauf, dass die drei Kappen an den Autotanks / dem Wasserabscheider fest aufgesetzt sind.
4. Legen Sie die Batterien auf der Rückseite der Energiesteuerplatine (5) ein.
   – Siehe auch Batterien wechseln auf Seite 75
5. Platzieren Sie die Energiesteuerplatine (5) auf der magnetischen Oberfläche des Chassis.
6. Platzieren Sie den Brennstoffzellen-Stack (2) zwischen Autotanks und Lüfter (3), wie in der Abbildung gezeigt.
7. Schrauben Sie die beiden Seitenteile (4) des Autos mit je drei Rändelschrauben an das Chassis, sodass das Heliocentris-Logo sichtbar ist.

Tipp Um die Seitenteile einfach anzuschrauben: Drücken Sie das Seitenteil mit einer Hand an das Chassis. Schrauben Sie mit der anderen Hand die Rändelschrauben in das Seitenteil.

8. Verbinden Sie den oberen Auslass des Wasserabsorbers mit dem Brennstoffzelleneinlass:



Tipp

Schließen Sie den unteren Wasserabsorberauslass bei Bedarf an eine andere Leitung an, um Wasser abzulassen.

⇨ Das Auto ist vollständig montiert und kann elektrisch angeschlossen werden.

### 4.4.2 Prüfstand montieren

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie der Prüfstand montiert wird.

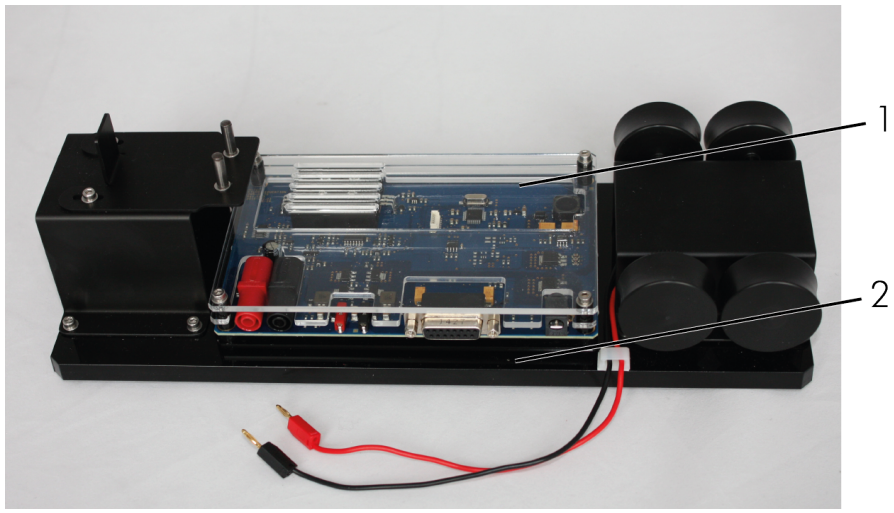



Abb. 4-2 Montierter Prüfstand

1 Steuerplatine des Prüfstands 2 Prüfstand

✓ Geeigneter Aufstellort

✓ Prüfstand

✓ Steuerplatine des Prüfstands

▶ Platzieren Sie die Steuerplatine des Prüfstands wie in der Abbildung dargestellt auf dem Prüfstand.

⇨ Der Prüfstand ist vollständig montiert und kann elektrisch angeschlossen werden.

### 4.4.3 Elektrolyseur-Station montieren

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie die Elektrolyseur-Station montiert wird. Der Elektrolyseur sowie die Wasser- und Wasserstofftanks sind auf demselben Stützträger montiert. Nur der Ausgleichs tank muss montiert werden.

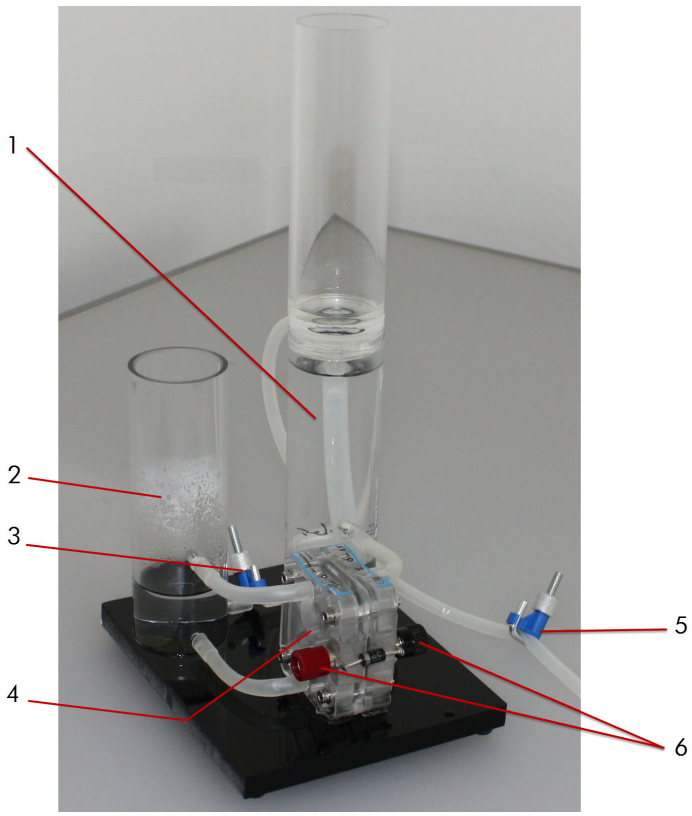



Abb. 4-3 Montierte Elektrolyseur-Station

1 Wasserstofftank, 80 cm³
2 Tank für destilliertes Wasser (Sauerstoffauslass)
3 Wasserstandregelventil
4 Elektrolyseur
5 Elektrolyseurventil (Tank zu Brennstoffzelle)
6 Stromsteckverbinder

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Entzündung von Wasserstoff!**

Durch beschädigte Wasserstoffleitungen oder undichte Anschlüsse kann Wasserstoff entweichen und sich in der Nähe einer Zündquelle entzünden.

▶ Sperren Sie die Wasserstoffzufuhr ab.

▶ Klemmen Sie die Einheit von der Stromversorgung ab. Ersetzen Sie

die beschädigten Leitungen, siehe Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren auf Seite 77.

Um den Ausgleichstank zu montieren, gehen Sie wie folgt vor:

✓ Geeigneter Aufstellort

✓ Elektrolyseur-Station mit vormontiertem Elektrolyseur und Tanks

✓ Ausgleichstank

▶ Schrauben Sie den Ausgleichstank im Uhrzeigersinn auf den 80 $cm^3$-Wasserstofftank.

⇨ Die Elektrolyseur-Station ist damit vollständig montiert und kann elektrisch angeschlossen werden.

## 4.5 HyDrive-System elektrisch anschließen

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie das HyDrive-System elektrisch angeschlossen wird. Hierzu müssen folgende Schritte ausgeführt werden:

- Wie das Auto elektrisch angeschlossen wird, erfahren Sie unter Auto elektrisch anschließen auf Seite 31
- Wie die Elektrolyseur-Station elektrisch angeschlossen wird, erfahren Sie unter Elektrolyseur anschließen auf Seite 35

### 4.5.1 Auto elektrisch anschließen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie das Auto elektrisch angeschlossen wird.

- Sensoren und Brennstoffzellen-Stack anschließen auf Seite 32
- Prüfstand und Spannungsversorgung anschließen auf Seite 33

Achtung

**Beschädigung von elektrischen Verbindungen oder Leistungssteckern durch unsachgemäßen Umgang!**

Das HyDrive-Auto funktioniert gar nicht oder nur eingeschränkt.

▶ Heben Sie das Auto am Chassis hoch, verwenden Sie niemals das Brennstoffzellen-Anschlusskabel als Haltegriff.

## Sensoren und Brennstoffzellen-Stack anschließen

Achtung

**Beschädigung von elektrischen Komponenten durch fehlerhafte elektrische Verbindungen!**

Verwechslung von elektrischen Verbindungen kann elektronische Bauteile beschädigen.

- ▶ Führen Sie die Kabel **nicht** in andere als die in diesem Handbuch angegebenen Anschlüsse ein.
- ▶ Achten Sie stets darauf, dass die Beschriftungen der Kabel bzw. elektronischen Platinen zueinander passen.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Sensoren und den Brennstoffzellen-Stack an die Energiesteuerplatine anzuschließen:

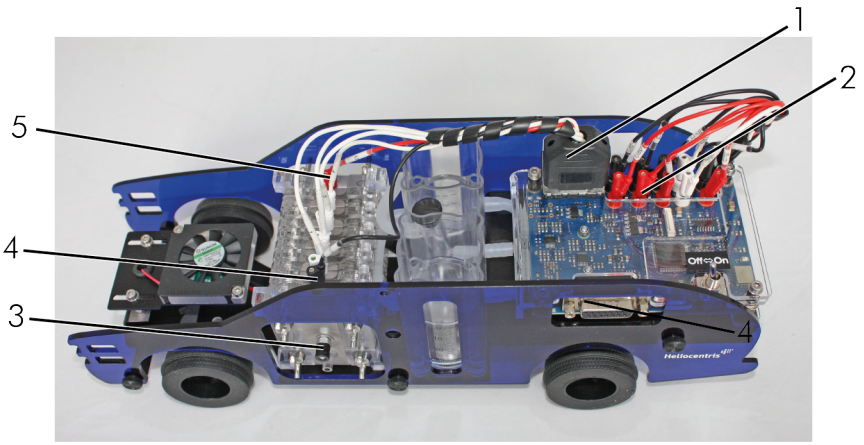



Abb. 4-4 Brennstoffzellen-Stack und Sensoren an die Energiesteuerplatine anschließen

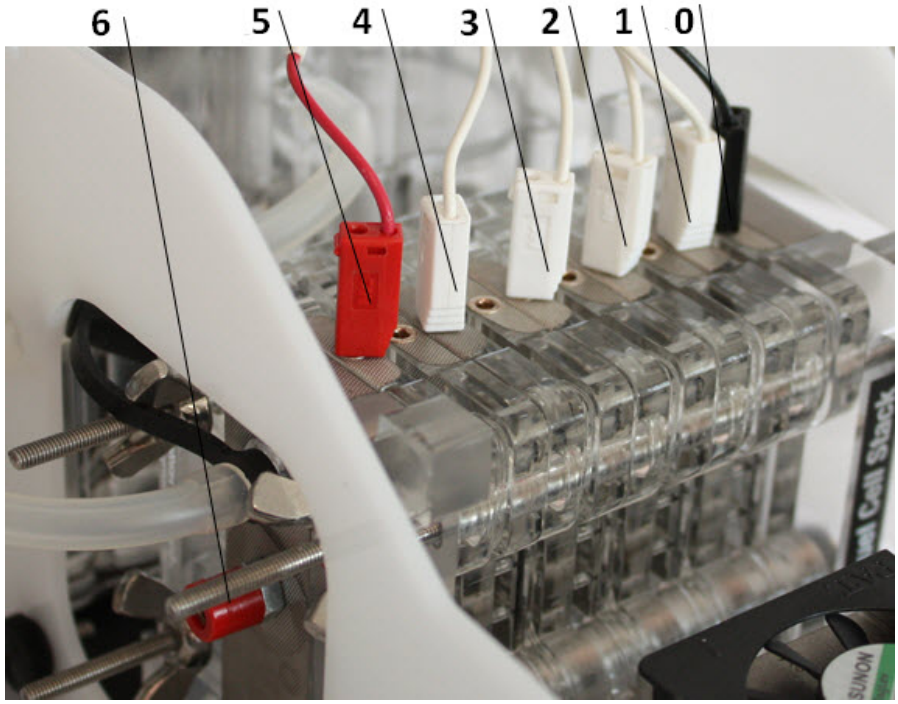
1 Brennstoffzellen-Anschlusskabel
2 Sensorkabel
3 Stromanschluss am Brennstoffzellen-Stack (schwarz)
4 Stromanschlusskabel (schwarz)
5 Stromanschlusskabel (rot)

Sensoren anschließen

1. Schließen Sie die Sensoren (2) wie in der obigen Abbildung dargestellt an die Energiesteuerplatine an.
   Achten Sie dabei darauf, dass Kabelfarbe und Beschriftung mit Farbe und Beschriftung der entsprechenden Buchse an der Energiesteuerplatine übereinstimmen.

Brennstoffzellen-Stack anschließen

2. Stecken Sie das Anschlusskabel (1) der Brennstoffzelle in den Anschluss der Energiesteuerplatine.
3. Schließen Sie denschwarzenStromversorgungspol (4) an die erste Zelle des Brennstoffzellen-Stacks auf der Seite an, wo sich der schwarze Stromanschluss (3) befindet.
4. Schließen Sie den roten Pol (5) an die erste Zelle auf der Seite an, wo sich der rote Stromanschluss befindet.
5. Schließen Sie die anderen Pole wie in der Abbildung unten dargestellt an. Es gibt eine Lücke zwischen den Polen Nr. 4 bis Nr. 1.




⇨ Brennstoffzellen-Stack und Sensoren sind elektrisch an die Energiesteuerplatine angeschlossen.

### Prüfstand und Spannungsversorgung anschließen

Der Elektrolyseur, die Rekuperation des Autos und die E-Last können nur gesteuert werden, wenn das Auto mit dem Prüfstand verbunden ist.

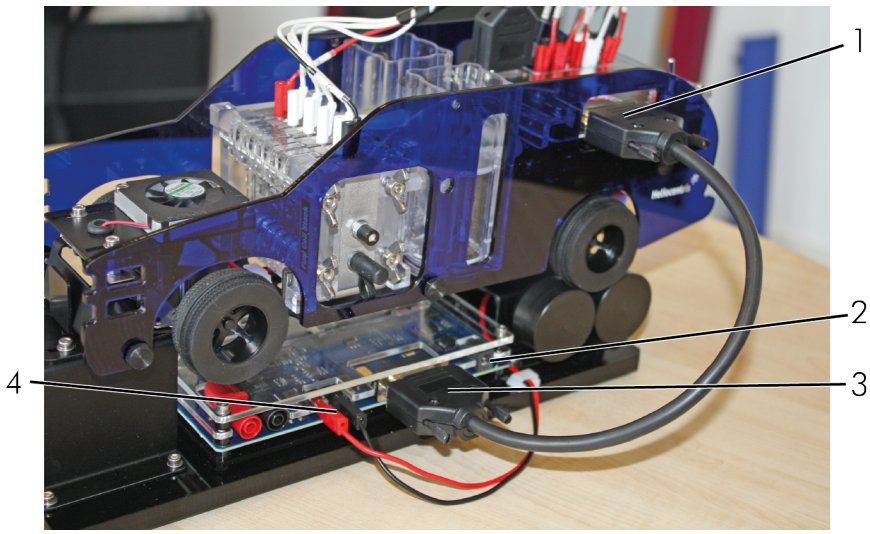



Abb. 4-5 Auto an Prüfstand und Spannungsversorgung anschließen

1 Kommunikationskabel / Kommunikationsanschluss Energiesteuerplatine

2 Stromversorgungsanschluss

3 Kommunikationskabel / Kommunikationsanschluss Prüfstand

4 Motor-Prüfstand Verbindungsanschluss (1 rot, 1 schwarz)

✓ Vormontiertes Auto

✓ Vormontierter Prüfstand

✓ 15-poliges Kommunikationskabel

✓ Netzkabel

✓ Netzteil

1. Verbinden Sie mithilfe des 15-poligen Kommunikationskabels den Kommunikationsanschluss des Prüfstands (3) mit dem der Energiesteuerplatine (1).
2. Verbinden Sie mithilfe der roten und schwarzen vormontierten Leistungsstecker den Motor mit dem Prüfstand (4).
3. Verbinden Sie das Netzkabel mit dem Netzteil.
4. Stecken Sie das Netzkabel in den Stromversorgungsanschluss des Prüfstands (2).
5. Stecken Sie den Netzadapter in das Kabel des Netzteils.
6. Schalten Sie die Energiesteuerplatine ein.

   ⇨ Das System ist nach wenigen Sekunden betriebsbereit.

### Korrekte Installation überprüfen

Wenn das Gerät ordnungsgemäß installiert wurde und korrekt funktioniert, blinken die LEDs an der Steuerplatine des Prüfstands und an der Energiesteuerplatine wie folgt:

LEDs der Energiesteuerplatine

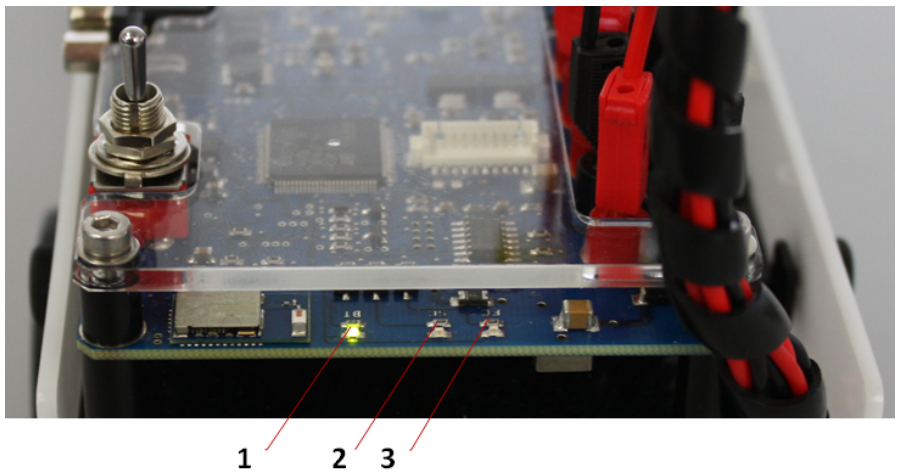



Abb. 4-6 LEDs der Energiesteuerplatine

1 Status der Steuerplatine
2 Supercapacitor-Anschluss
3 Brennstoffzellenanschluss

| # LED | Farbe | Status | Bedeutung |
|---|---|---|---|
| Auto: Energiesteuerplatine | | | |
| 1 (*BT*) | Grün | Blinkt | Die Steuerplatine funktioniert ordnungsgemäß |
| 2 (*SC*) | Grün | Leuchtet | Der Supercap ist aktiviert |

| # LED | Farbe | Status | Bedeutung |
|---|---|---|---|
| | | durchgehend | |
| 3 (*FC*) | Grün | Leuchtet durchgehend | Die Brennstoffzelle ist aktiviert |

LEDs der Steuerplatine des Prüfstands

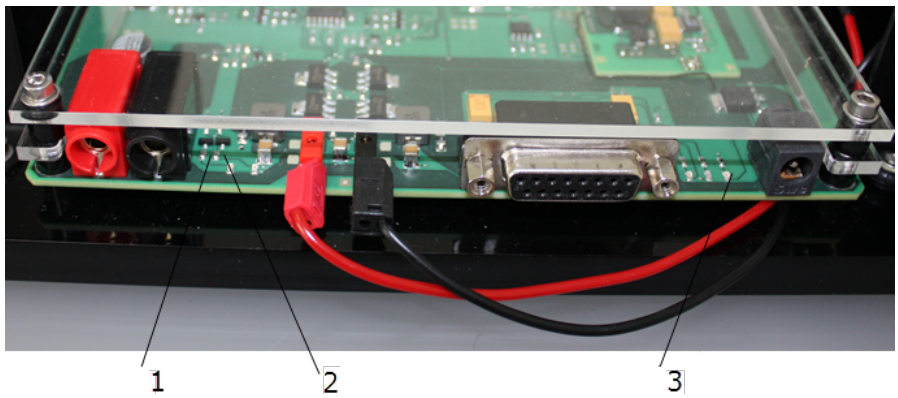



Abb. 4-7 LED der Steuerplatine des Prüfstands

| # LED | Farbe | Status | Bedeutung |
|---|---|---|---|
| Steuerplatine des Prüfstands | | | |
| 1 | Grün | Blinkt | Elektrolyseur-Spannungsregler ist OK |
| 2 | Grün | Blinkt | Elektrolyseur-Stromregler funktioniert einwandfrei |
| 3 | Grün | Leuchtet durchgehend | Steuerplatine ist eingeschaltet |

## 4.5.2 Elektrolyseur anschließen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Wasserstoffverbindungen eingerichtet und die Wassertanks vorbereitet werden und wie die elektrische Verbindung mit dem Prüfstand hergestellt wird.

Achtung

**Gefahr von Fehlfunktionen durch geknickte Leitungen!**

Der Elektrolyseur und die Brennstoffzelle funktionieren nicht richtig oder gar nicht, wenn die Leitungen geknickt sind.

▶ Achten Sie darauf, dass alle Leitungen nur leicht gebogen sind!

### Elektrolyseur an die Brennstoffzelle anschließen

1. Schließen Sie die t-förmige Verbindung mit den 2 Leitungen wie in der Abbildung dargestellt an.

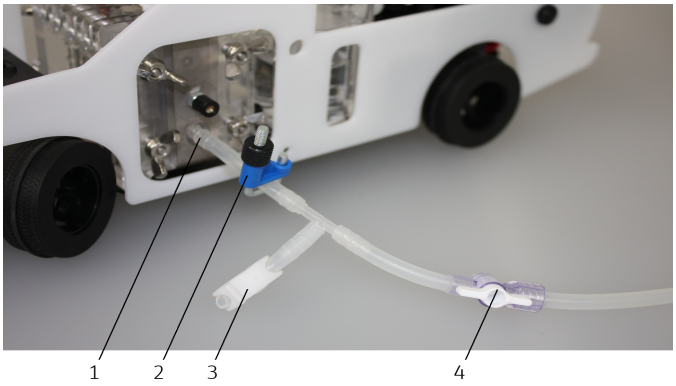



Abb. 4-8 Verbindung zwischen Elektrolyseur und Brennstoffzelle

1 Wasserstoffanschluss der Brennstoffzelle
2 Freilaufventil
3 Spülventil
4 Elektrolyseurventil

2. Schließen Sie alle Ventile (2, 3, 4).
3. Schließen Sie die Verbindung an den Wasserstofftank des Elektrolyseurs an.
4. Schließen Sie eine der Leitungen mit Schlauchschelle an den Wasserstoffeinlass der Brennstoffzelle an:

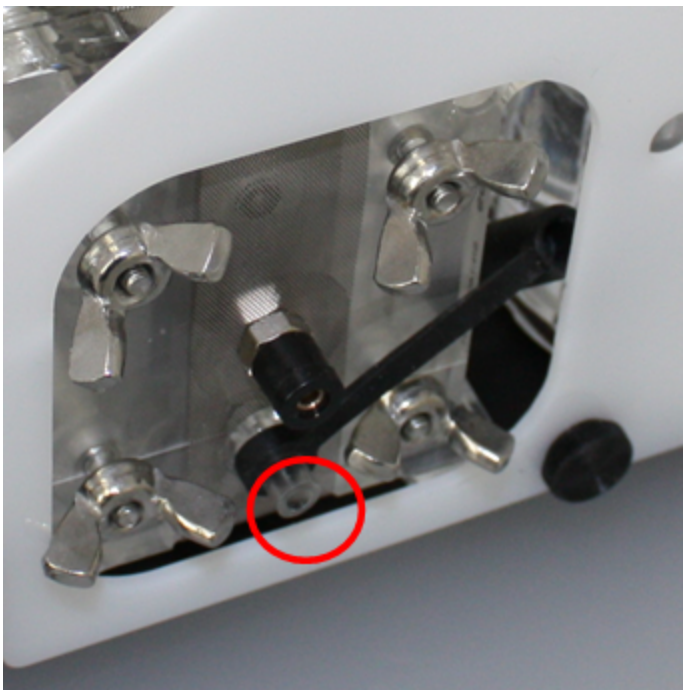


Abb. 4-9 Seite der Brennstoffzelle, Wasserstoffeinlass

5. Die andere Leitung mit Schlauchschelle wird noch nicht benötigt..

### Tanks mit Wasser befüllen

Um Wasserstoff zu erzeugen, müssen die Tanks der Elektrolyseur-Station und des Autos mit destilliertem Wasser befüllt werden.

Tipp

Um Verunreinigungen zu vermeiden, reinigen Sie alle Tanks mit destilliertem Wasser, bevor sie befüllt werden.

Tanks des Elektrolyseurs befüllen

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Entzündung von Wasserstoff!**

Durch beschädigte Wasserstoffleitungen oder undichte Anschlüsse kann Wasserstoff entweichen und sich in der Nähe einer Zündquelle entzünden.

- ▶ Sperren Sie die Wasserstoffzufuhr ab.
- ▶ Klemmen Sie die Einheit von der Stromversorgung ab. Ersetzen Sie die beschädigten Leitungen.

Achtung

**Gefahr von Beschädigung der elektronischen Teile durch Wasser!**

Die Elektronik der Steuerplatinen kann bereits durch geringe Mengen Wasser beschädigt werden.

- ▶ Stellen Sie bei der Erzeugung von Wasserstoff sicher, dass durch die aufsteigenden Gasbläschen kein Wasser aus den Wasserstoff-/Wasserttanks gespritzt wird!
- ▶ Achten Sie beim Nachfüllen der Tanks mit destilliertem Wasser darauf, kein Wasser zu verschütten!

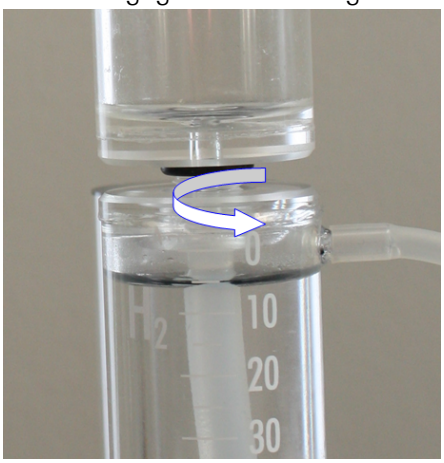
Achtung

**Gefahr von Beschädigung durch Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit!**

Durch Eindringen oder Ablagerung von Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kann das HyDrive-System beschädigt werden.

- ▶ Verwenden Sie das System nur in einer sauberen und trockenen Umgebung.

1. Trennen Sie den oberen Teil des Wasserstofftanks vom unteren, indem Sie ihn entgegen dem Uhrzeigersinn drehen:




2. Füllen Sie den Wassertank an der H2-Seite des Elektrolyseurs mit destilliertem Wasser bis an die 0 $cm^3$-Markierung auf dem Tank.

Achtung

**Beschädigung der Brennstoffzelle durch zu viel Wasser im Elektrolyseur-Tank!**

Die Leistung des Stacks wird durch Wasser in der Brennstoffzelle deutlich gemindert.

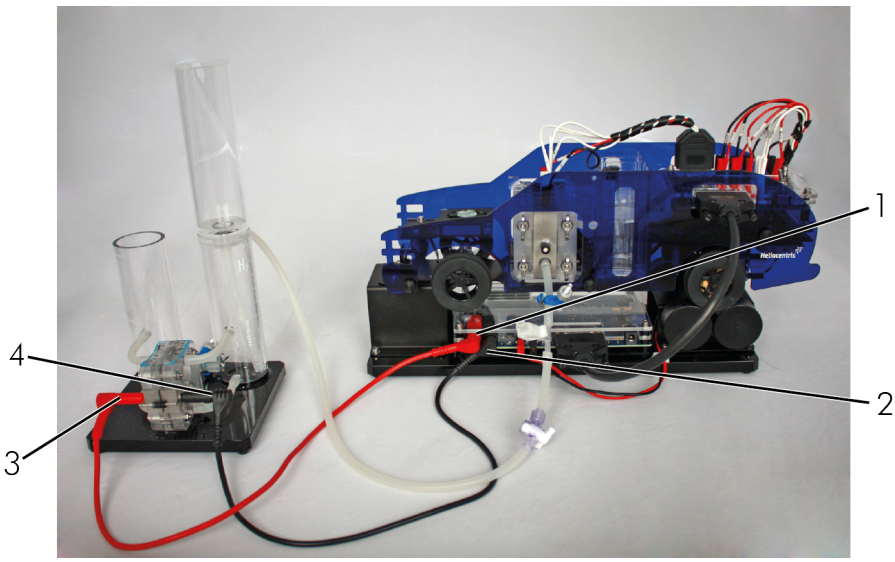
- ▶ Vermeiden Sie ein Überfüllen des Elektrolyseur-Wassertanks.
- ▶ Trocknen Sie die Brennstoffzelle, wenn Stackspannung, Stackstrom und Stackleistung nach dem Nachfüllen des Elektrolyseur-Tanks zu niedrige Werte aufweisen.

3. Verschrauben und schließen Sie den oberen Teil des Tanks.
4. Füllen Sie den Wassertank an der $O_2$-Seite des Elektrolyseurs bis an die MIN-Markierung auf dem Tank.

30-cm³-Wasserstofftanks des Autos befüllen

5. Schließen Sie alle Kappen und Schlauchklemmen am Auto.
6. Füllen Sie den unteren Teil der Wasserstofftanks bis an die 0 $cm^3$-Markierung auf dem Tank mit Wasser, indem Sie das Wasser über die 4 Löcher in den Tankecken einspritzen.

## Elektrolyseur an den Prüfstand anschließen




1. Verbinden Sie mithilfe des roten Leistungskabels den roten Stromversorgungsanschluss am Elektrolyseur (3) mit dem des Prüfstands (1).
2. Verbinden Sie mithilfe des schwarzen Leistungskabels den schwarzen Stromversorgungsanschluss am Elektrolyseur (4) mit dem des Prüfstands (2).

⇨ Der Elektrolyseur ist elektrisch an den Prüfstand angeschlossen.

## 4.6 Wasserstoff erzeugen und verwenden

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Verwendung schadhafter Leitungen!**

Durch beschädigte Wasserstoffleitungen oder undichte Anschlüsse kann Wasserstoff entweichen und sich in der Nähe einer Zündquelle entzünden.

- ▶ Schließen Sie die Wasserstoffzufuhr.
- ▶ Klemmen Sie die Einheit von der Stromversorgung ab. Ersetzen Sie die beschädigten Leitungen. Siehe Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren auf Seite 77

Achtung

**Gefahr von Fehlfunktionen durch geknickte Leitungen!**

Der Elektrolyseur und die Brennstoffzelle funktionieren nicht richtig oder gar nicht, wenn die Leitungen geknickt sind.

- ▶ Achten Sie darauf, dass alle Leitungen nur leicht gebogen sind!

Achtung

**Beschädigung elektronischer Teile durch Wasser!**

Die Elektronik der Steuerplatinen kann bereits durch geringe Mengen Wasser beschädigt werden.

- ▶ Stellen Sie bei der Erzeugung von Wasserstoff sicher, dass durch die aufsteigenden Gasbläschen kein Wasser aus den Wasserstoff- / Wassertanks gespritzt wird!
- ▶ Achten Sie beim Nachfüllen der Tanks mit destilliertem Wasser darauf, kein Wasser zu verschütten!

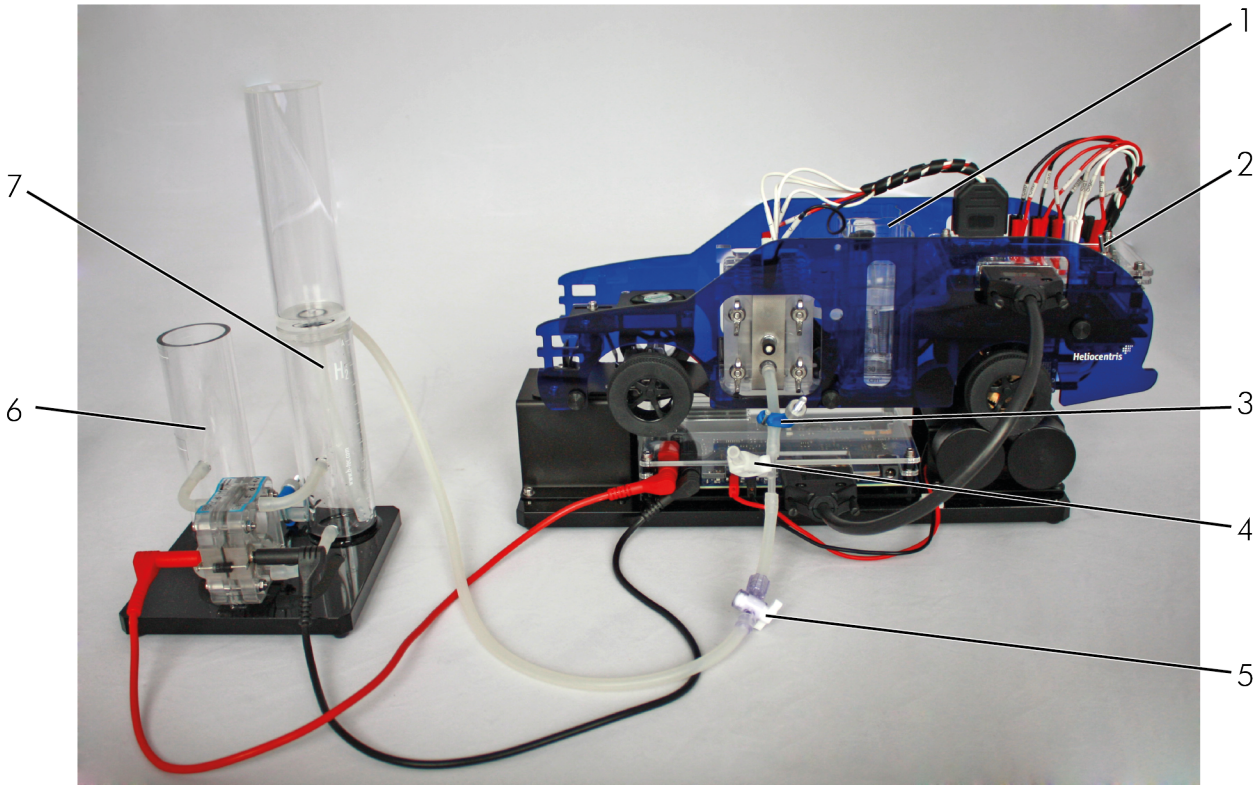



Abb. 4-10 Wasserstoff erzeugen und verwenden

| | |
|---|---|
| 1 Autotanks | 2 On / Off-Schalter an der Energiesteuerplatine |
| 3 Freilaufventil | 4 Spülventil |
| 5 Elektrolyseurventil | 6 Tank 2 der Elektrolyseur-Station |
| 7 Tank 1 der Elektrolyseur-Station | |

✓ Elektrolyseur ist mit Brennstoffzelle und Prüfstand verbunden.

✓ Gasleitungen zwischen Elektrolyseur und Brennstoffzelle sind korrekt angeschlossen

✓ Beide Elektrolyseurtanks sind mit destilliertem Wasser gefüllt
Tank 1 (7): bis zur 0 $cm^3$- Markierung
Tank 2 (6): mindestens bis zur MIN-Markierung auf dem Etikett

✓ Dauer: ca. 3 min

Tipp

Der Elektrolyseur wird automatisch abgeschaltet, sobald Sie den Prüfstand verwenden.

Ist der Prüfstand eingeschaltet, können Sie nicht gleichzeitig auch den Elektrolyseur einschalten.

1. Schließen Sie die beiden Schlauchklemmen (3,5) zwischen Brennstoffzelle und Wasserstofftank.
2. Stellen Sie sicher, dass das Spülventil geschlossen ist (4).
3. Schalten Sie die Energiesteuerplatine ein (2).
4. Starten Sie die HyDrive Control Suite software.

5. Um automatisch Wasserstoff zu erzeugen, klicken Sie auf die Elektrolyseur-Schaltfläche in der Software.

   Tipp! Bei einigen Experimenten muss Wasserstoff manuell durch Einstellen der Elektrolyseurspannung auf der Registerkarte ***Elektrolyseur*** erzeugt werden. Nähere Hinweise dazu finden Sie in der Experimentieranleitung.

⇨ Aufgrund der Elektrolyse fließt das Wasser von der Wasserversorgung in den Elektrolyseur, während Wasserstoff aus dem Elektrolyseur in den Tank (unten) gepresst wird. Dadurch drückt der Wasserstoff das Wasser in den oberen Bereich des Tanks. Gleichzeitig dichtet das Wasser den Tank ab, sodass kein Wasserstoff entweichen kann.

6. Befüllen Sie die Tanks im Auto (1) mit Wasserstoff, indem Sie das Freilaufventil (3) und das Elektrolyseurventil (5) öffnen.

   Tipp! Öffnen Sie nicht das Spülventil (4)!

7. Sobald der Wasserstand in den Autotanks den Höchstwert erreicht hat, schließen Sie das Elektrolyseurventil (5) wieder.

⇨ Das System ist nun betriebsbereit.

Tipp

Vgl. auch Standardverfahren Brennstoffzelle spülen auf Seite 41.

## 4.7 Brennstoffzelle spülen

Die Leistung des Brennstoffzellen-Stacks wird anhand des Ausgangsgleichstroms und der Spannung gemessen und kann durch überschwemmte Elektroden deutlich gemindert werden. Elektroden werden überschwemmt, wenn sich in der Brennstoffzelle das erzeugte Wasser in der Katode ansammelt. Das Wasser mindert die Diffusionsfähigkeit des Sauerstoffs in der Brennstoffzelle und mindert so die Spannung.

Durch die Spülung wird die Restluft / der Restsauerstoff aus der Brennstoffzelle verdrängt, und (wie in diesem Fall) die Wasserstofftanks werden im Auto über die Brennstoffzelle mit Wasserstoff gefüllt.

Spülen Sie die Brennstoffzelle,

- wenn die Brennstoffzellenspannung fällt
- wenn die Brennstoffzellenspannung zu niedrig ist
- wenn die Wasserstofftanks befüllt wurden
- bevor ein Experiment unter Verwendung der Brennstoffzelle durchgeführt wird

✓ Elektrolyseur und Brennstoffzelle sind verbunden

✓ Software wird ausgeführt

✓ Auto wurde gestartet

✓ Dauer: etwa 5 min

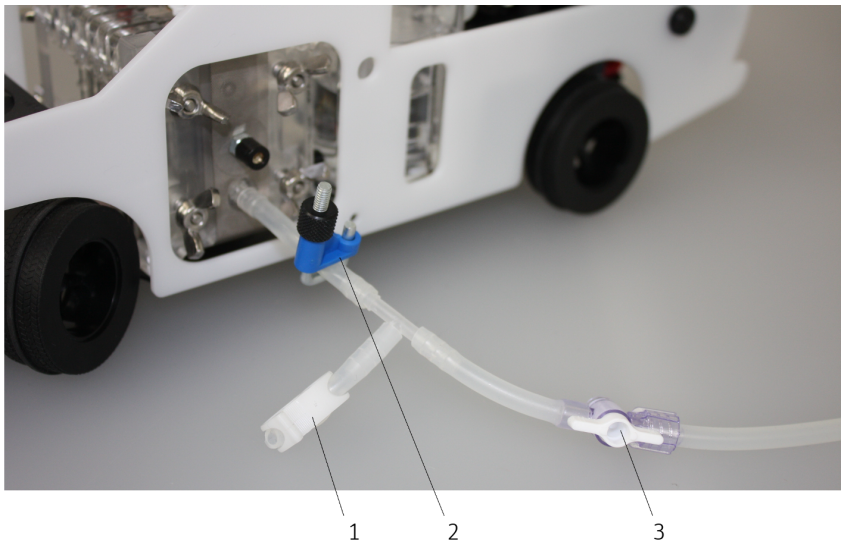



Abb. 4-11 Wasserstoffversorgung der Brennstoffzelle

1 Spülventil
2 Freilaufventil
3 Elektrolyseurventil

1. Lassen Sie den Elektrolyseur laufen, bis die Wassertanks im Auto voll sind.
   – Siehe Wasserstoff erzeugen und verwenden auf Seite 54.
2. Schließen Sie das Elektrolyseurventil (3) durch Drehung um 90°.
3. Stellen Sie sicher, dass das Freilaufventil (2) geöffnet ist.
4. Öffnen und schließen Sie das Spülventil (1) schnell.

⇨ Der Wasserstoffdruck in den Autotanks drückt Restwasser und Sauerstoff aus der Brennstoffzelle.

5. Öffnen Sie Freilaufventil (2) und Elektrolyseurventil (3), und befüllen Sie die Brennstoffzelle erneut wie zuvor.
   – Siehe Wasserstoff erzeugen und verwenden auf Seite 54.
6. Sobald der Wasserstand in den Autotanks den Höchststand erreicht hat, schließen Sie das Elektrolyseurventil (2).

Tipp

Wenn die Brennstoffzelle noch nicht richtig funktioniert, wiederholen Sie den Vorgang einige Male. Es befindet sich möglicherweise noch weitere Feuchtigkeit in der Brennstoffzelle.

Tipp

Falls Wasser in die Brennstoffzelle gelangt ist:

1. Brennstoffzellenstack dem Auto entnehmen.
2. Flügelmuttern am Brennstoffzellenstack lösen.
3. Die 5 Zellen auseinandernehmen.
4. Zellen mehrere Stunden trocknen lassen.

5. Brennstoffzelle wieder montieren.

## 4.8 Software

In diesem Kapitel wird die Einrichtung der Bluetooth-Verbindung zwischen dem Auto und der Software sowie der HyDrive Control Suite-Software selbst beschrieben.

### 4.8.1 Bluetooth-Treiber installieren

Windows 8 erkennt den Bluegiga-Bluetooth-Dongle automatisch; unter Windows 7 und Windows XP muss jedoch der entsprechende Treiber installiert werden.

Abb. 4-12 BLED 112 – energiesparender Bluegiga-Bluetooth-Dongle

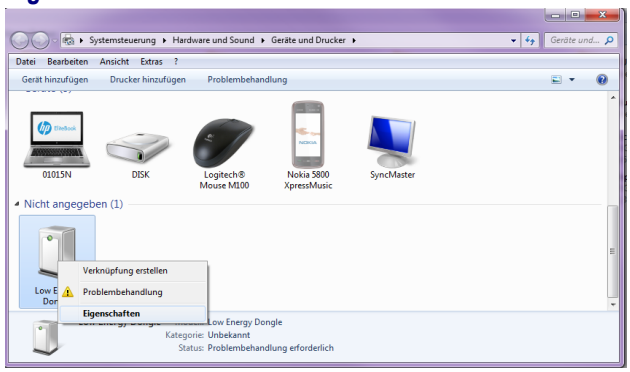
#### Wenn Windows den Gerätetreiber nicht automatisch findet

✓ Bluetooth-Dongle

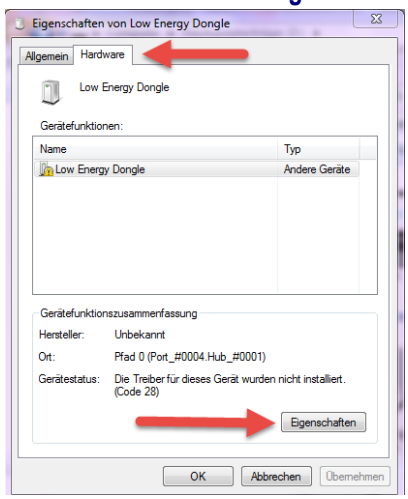
✓ CD mit Software

1. Rufen Sie den Treiberordner der CD auf: :\Driver\Bluegiga driver\BLED112_Win.
2. Stecken Sie den Bluetooth-Dongle (BLED 112) in den USB-Anschluss Ihres Computers.
3. Warten Sie, bis Windows den Treiber automatisch installiert hat. Wird der Treiber nicht automatisch installiert, rufen Sie im Windows-Startmenü ***Systemsteuerung*** > ***Geräte und Drucker*** auf.

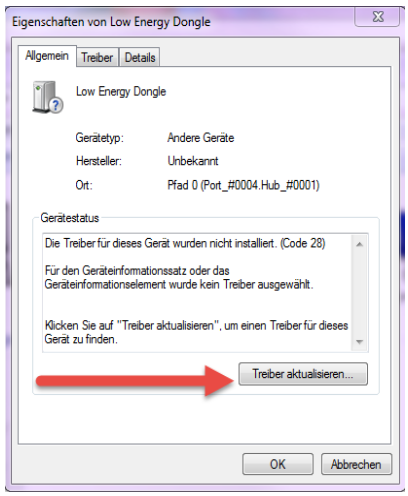
4. Klicken Sie rechts auf das Gerät „Low Energy Dongle“, und wählen Sie ***Eigenschaften***:



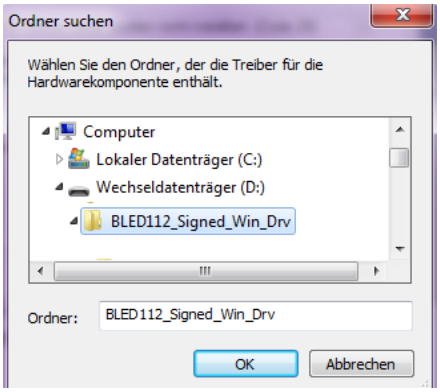

5. Gehen Sie zur Registerkarte ***Hardware***.
6. Klicken Sie erneut auf ***Eigenschaften***.




7. Klicken Sie dann auf ***Treiber aktualisieren***.



8. Wählen Sie nun die Option ***Computer durchsuchen*** und anschließend den Ordner des Treibers aus.




9. Installieren Sie den Treiber BLED112_Signed_Win_Drv.

### 4.8.2 HyDrive Control Suite-Software installieren

So installieren Sie die HyDrive Control Suite-Software

1. Führen Sie die Datei ***setup.exe*** im Installationsordner aus.

⇨ Die Installation umfasst

- HyDrive Control Suite-Software, 1,36 MB
- National Instruments LabVIEW Runtime Engine, 580 MB

2. Führen Sie die Installationsschritte aus.
   Ihr aktives Anwenderkonto muss über Administratorrechte verfügen.

⇨ Nach Abschluss der Installation ist im ***Start***-Menü eine Verknüpfung enthalten, welche die Steuerungs software startet.

### 4.8.3 Verbinden über Bluetooth

Das Bluetooth-Gerät und die Verbindung müssen nur einmal ausgewählt werden. Danach werden sie von Ihrem System erkannt.

1. Stecken Sie den Bluetooth-Dongle in den USB-Anschluss Ihres Rechners.
2. Starten Sie die HyDrive Control Suite-Software.
   In der unteren Leiste wird das Bluetooth-Statussymbol dunkelblau angezeigt.
3. Jedes Gerät verfügt über eine eindeutige Bluetooth-Adresse.
   Wählen Sie in der Liste der verfügbaren Bluetooth-Geräte die

Bluetooth-Adresse Ihres Autos aus.

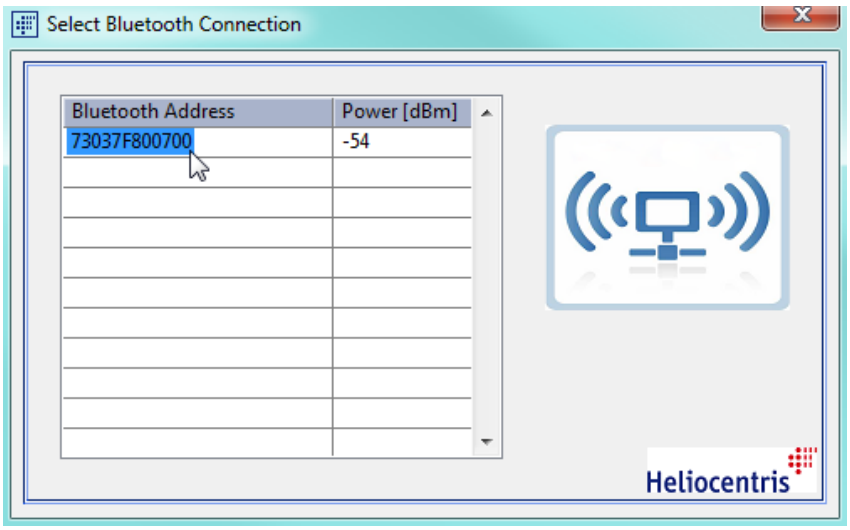



Abb. 4-13 Dialogfenster „Bluetooth- Verbindungauswählen“

4. Klicken Sie auf „***Verbinden***“.

⇨ Das Bluetooth-Verbindungsfenster wird automatisch geschlossen.

⇨ Das HyDrive Control Suite-Hauptfenster wird angezeigt.

⇨ In der unteren Leiste wird das Bluetooth-Statussymbol hellblau angezeigt.

⇨ Sie können das Auto nun mit der Software steuern.

# 5 Betrieb

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Abläufe beim Untersuchen und Auswerten der Komponenteneigenschaften.

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch herabfallende Teile!**

Durch herabfallende Teile können Füße oder andere Körperteile verletzt werden.

- Heben Sie das Auto am Chassis hoch, verwenden Sie niemals das Brennstoffzellen-Anschlusskabel als Haltegriff.
- Tragen Sie festes Schuhwerk.

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch rotierende Lüfter!**

Lange Haare, Schmuckanhänger, Krawatten und Schals können sich im Lüfter verfangen und aufgewickelt werden, wodurch Haare ausgerissen und Körperteile gequetscht werden können sowie die Funktion des Autos beeinträchtigt werden kann.

- Binden Sie lange Haare zusammen, und legen Sie Halsketten und anderen hängenden Schmuck ab.

Achtung

**Beschädigung des HyDrive durch Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit!**

Durch Eindringen oder Ablagerung von Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kann das HyDrive-System beschädigt werden.

- Verwenden Sie das System nur in einer sauberen und trockenen Umgebung.

Achtung

**Gefahr von Lüfterschäden durch Fremdkörper!**

Der Lüfter kann durch Fremdkörper wie Stifte, Messer oder Lineale beschädigt werden.

- Greifen Sie niemals in einen laufenden Lüfter ein.

Achtung

**Beschädigung von elektrischen Verbindungen oder Leistungssteckern durch unsachgemäßen Umgang!**

Bei unsachgemäßem Umgang kann es zu Fehlfunktionen am HyDrive-Auto kommen.

▶ Heben Sie das Auto am Chassis hoch, verwenden Sie niemals das Brennstoffzellen-Anschlusskabel oder irgendein anderes Kabel als Haltegriff:

## 5.1 Hauptbestandteile der HyDrive Control Suite-Software

Dieses Kapitel beschreibt die Hauptbestandteile der HyDrive Control Suite-Software.

Die Software ist die Kernkomponente des Systems. Sie dient dazu, die Steuerung des Systems, die Datenerfassung und die grafische Darstellung der erfassten Daten zu vereinfachen.

Sie dient außerdem zur Simulation von Fahrzyklen, der Aufzeichnung von Echtzeitdaten und der Bewertung von Komponenten, um Anwendern die Funktion von Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb darzustellen und zu erläutern.

Weitere Informationen zur Verwendung der Software finden Sie unter Betrieb auf Seite 47

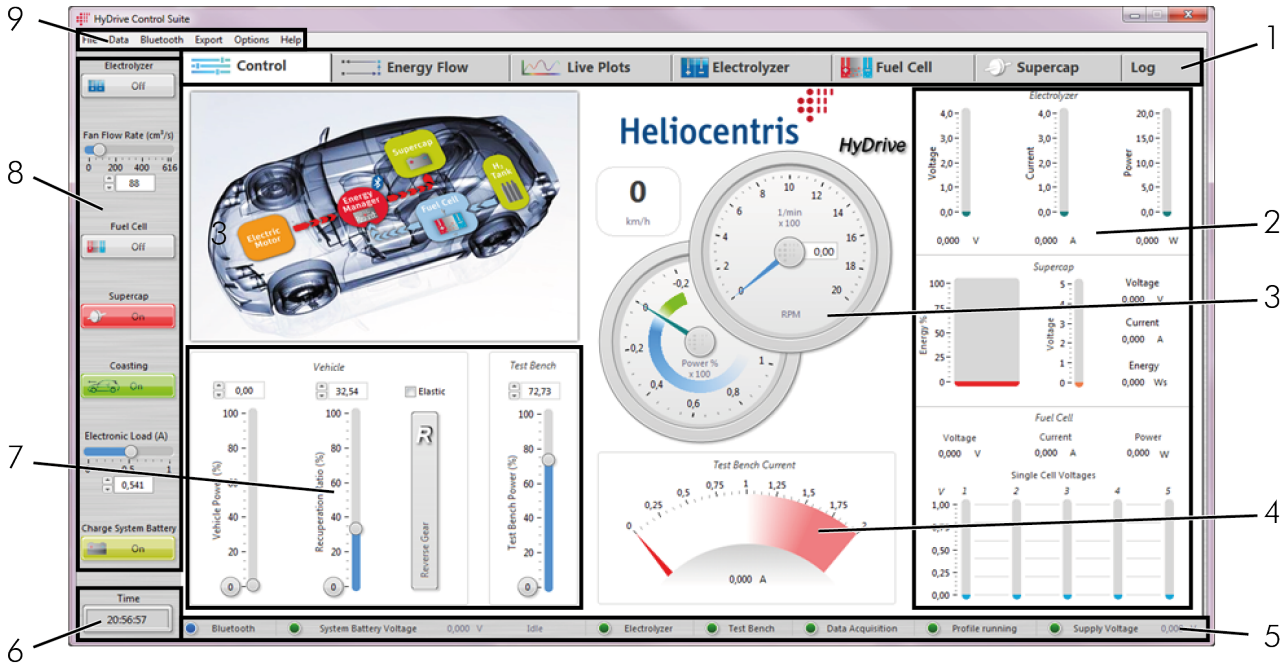
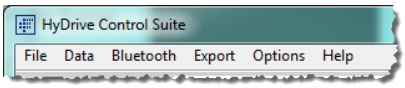



Abb. 5-1 Oberfläche der HyDrive Control Suite-Software

1 Registerkarten
2 Anzeigen für ***Elektrolyseur***, ***Supercap***, ***Brennstoffzelle***
3 Tachometeranzeigen
4 Prüfstandsstromanzeige
5 Statusleiste: Statusanzeigen
6 Uhr
7 Geschwindigkeits- und Rekuperationssteuerungen
8 Energiesteuerungen
9 Menü

### 5.1.1 Menü




- ***Datei*** > ***Beenden***
- ***Messung*** > ***Datenerfassung*** > ***Start*** / ***Stopp***
- ***Messung*** > ***Charakteristische Kurven*** > ***Brennstoffzelle*** / ***Elektrolyseur*** ; ***Superkondensator***
- ***Messung*** >***Profil***
- ***Bluetooth*** > ***Erneut verbinden***
- ***Export*** > ***Konfiguration***; ***Log***
- ***Optionen*** > ***Sprache*** > ***Deutsch*** ; ***Englisch***
  Wählen Sie Ihre bevorzugte Sprache für die Benutzeroberfläche der Software aus.
- ***Hilfe*** > ***HyDrive-Hilfe F1*** ; ***Über***

### 5.1.2 Registerkarten

Jede Registerkarte zeigt eine bestimmte Ansicht der erfassten Daten:

Dashboard ***Steuerung***

***Energiefluss*** – Systemübersicht

***Live-Graphen***: Messwertediagramm im Zeitverlauf

***Elektrolyseur***: Messwertediagramm im Zeitverlauf des Elektrolyseurs

***Brennstoffzelle***: Messwertediagramm im Zeitverlauf der Brennstoffzelle

***Supercap***: Messwertediagramm im Zeitverlauf des Superkondensators

***Log***: Ereignisse, Warnhinweise, Fehler

## Dashboard „Steuerung“

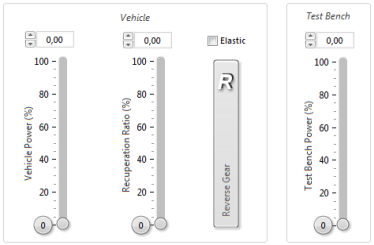
Über das Dashboard ***Steuerung*** verwenden Sie das HyDrive-System, z. B. bei der Durchführung von Experimenten.

- Steuerungen für alle Komponenten und Features
- Anzeigen für wichtige Eigenschaften

### Energiesteuerungen

Verwenden Sie die Control-Buttons, um die Betriebseigenschaften der Komponenten festzulegen:

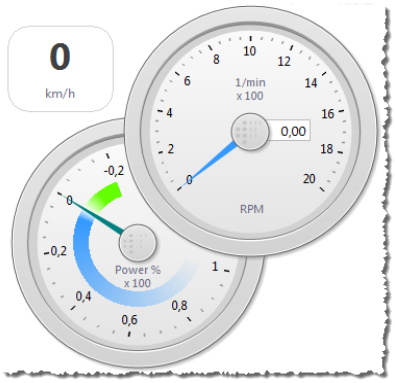
- Elektrolyseur
  Der Elektrolyseur kann nicht betrieben werden, wenn das Auto im Schubbetrieb ist oder sich auf dem Prüfstand befindet.
- Lüfterdurchsatz ($cm^3/s$): Erhöht/verringert die Luft-Flussrate innerhalb des Brennstoffzellen-Stacks und beeinflusst somit die Leistung des Stacks.
- Brennstoffzelle: zuschalten (***Ein***) / ausschalten (***Aus***
- Supercap: zuschalten (***Ein***) / ausschalten (***Aus***
- Rollen: Legt die Rekuperationsrate auf 20 % und die Prüfstandleistung auf 65 % fest
- Elektronische Last: Wert für elektronische Last einstellen
- Systembatterie laden




## Geschwindigkeits- und Rekuperationssteuerungen

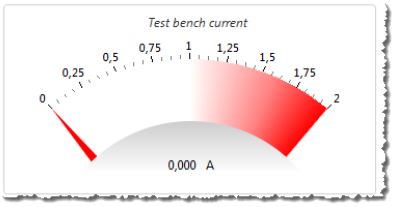
Verwenden Sie diese Schieberegler und Schaltflächen, um die Drehzahl und die Rekuperation des Autos einzustellen:

- Fahrzeugleistung (%)
- Rekuperationsgrad (%)
- Elastisch: Simuliert das Gaspedal eines Autos.
- Rückwärtsgang
- Prüfstandleistung (%)

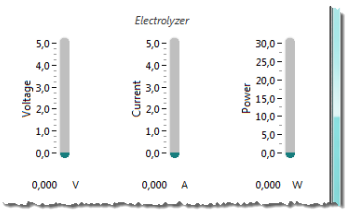



## Tachometeranzeigen

- Geschwindigkeit des Autos (km/h)
- Autoleistung (%)
- Drehzahl der Elektromotorwelle (1/min × 100).

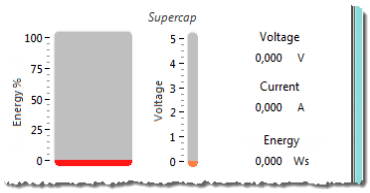



## Prüfstandsstromanzeige



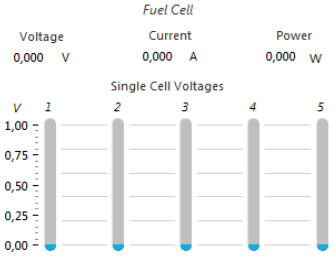

## Elektrolyseuranzeigen

- Spannung (V)
- Stromaufnahme (A)
- Leistungsanzeige (W)




## Supercapacitor-Anzeigen

- Spannung (V)
- Strom (A)
- Ladezustand (Ws)




## Brennstoffzellen-Anzeigen

- Stackspannung (V)
- Stackstrom (A)
- Stackleistung (W)
- Einzelzellspannungen (V)

### Energiefluss – schematische Darstellung

Auf der Registerkarte ***Energiefluss*** werden die Verbindungen zwischen den Komponenten angezeigt, z. B. bei der Durchführung eines Experiments.

Die schematische Darstellung des HyDrive-Systems zeigt die folgenden Energieflüsse an:

- Spannungen/Ströme
- Wasserstoff
- Mechanische Energie
- Wasser
- Daten /Signale

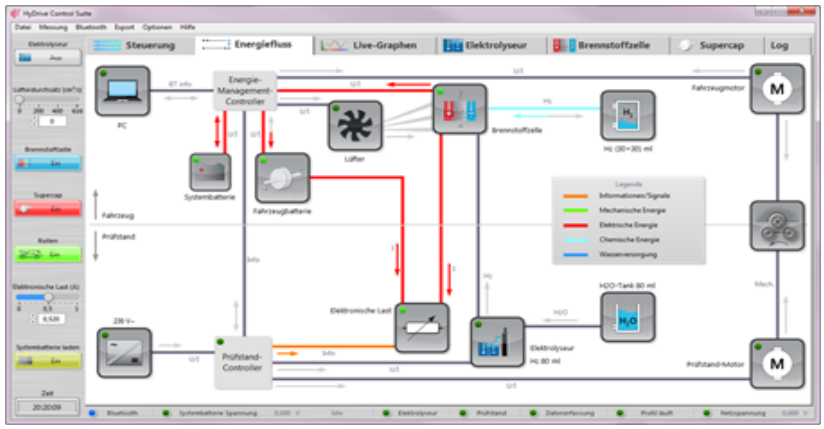



Abb. 5-2HyDrive Control Suite> Registerkarte ***Energiefluss***

### Live-Graphen

Auf der Registerkarte ***Live-Graphen*** werden die Eigenschaften der Komponenten bei der Durchführung von Experimenten anhand eines Diagramms dargestellt.

- ☑ Diagramm mit den Spannungen und Strömen jeder Komponenten im Zeitverlauf
- ***XY-Graphen***, zeigen eine Gruppe von Diagrammen im Zeitverlauf an
- ***Excel-Export***
- ***Daten in Zwischenablage kopieren***
- ***Start/Stop-Graphen***
- ***Diagramm löschen***

### Elektrolyseur-Diagramm

Auf der Registerkarte ***Elektrolyseur*** ist ein Diagramm enthalten, das die Eigenschaften des Elektrolyseurs im Zeitverlauf darstellt, z. B. wenn Experimente durchgeführt werden:

- Spannung einstellen
- Spannung
- Strom
- Leistung

Die Menge des erzeugten Wasserstoffs hängt von dem eingestellten Wert ab. Für den ***Elektrolyseur Spannungs-Sollwert*** (V) gibt es einen Schieberegler unterhalb des Diagramms, mit der Schaltfläche ***Elektrolyseur*** im Bereich Energiesteuerung wird dieser Sollwert direkt auf das Maximum von 4 V gesetzt.

### Brennstoffzellen-Diagramm

Auf der Registerkarte ***Brennstoffzelle*** ist ein Diagramm enthalten, das die Eigenschaften der Brennstoffzelle im Zeitverlauf darstellt, z. B. wenn Experimente durchgeführt werden.

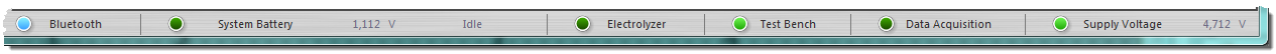
- Elektronische Laststrom
- Brennstoffzellenstrom
- Brennstoffzellenspannung
- Brennstoffzellenleistung
- Lüfterdurchsatz

### Supercap-Diagramm

Auf der Registerkarte ***Supercap*** ist ein Diagramm enthalten, das die Eigenschaften des Superkondensators im Zeitverlauf darstellt, z. B. wenn Experimente durchgeführt werden.

- Elektronische Laststrom
- Supercap-Strom
- Supercap-Spannung
- Supercap-Energie

## 5.1.3 Statusanzeigen in der unteren Leiste




Bluetooth-Status: aus / verbunden
Systembatterie-Ladestatus: aus /geladen
Systembatterie-Spannungswert
Systembatterie-Ladestatus: Ruhend / Warten / Geladen
Elektrolyseur-Status:aus / ein
Prüfstandstatus: aus / ein
Datenerfassungsstatus: aus / Protokollierung

/ Versorgungsspannungsstatus: aus / ein
Versorgungsspannungswert

## 5.2 Wasserstoff erzeugen und verwenden

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Verwendung schadhafter Leitungen!**

Durch beschädigte Wasserstoffleitungen oder undichte Anschlüsse kann Wasserstoff entweichen und sich in der Nähe einer Zündquelle entzünden.

- ▶ Schließen Sie die Wasserstoffzufuhr.
- ▶ Klemmen Sie die Einheit von der Stromversorgung ab. Ersetzen Sie die beschädigten Leitungen. Siehe Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren auf Seite 77

Achtung

**Gefahr von Fehlfunktionen durch geknickte Leitungen!**

Der Elektrolyseur und die Brennstoffzelle funktionieren nicht richtig oder gar nicht, wenn die Leitungen geknickt sind.

- ▶ Achten Sie darauf, dass alle Leitungen nur leicht gebogen sind!

Achtung

**Beschädigung elektronischer Teile durch Wasser!**

Die Elektronik der Steuerplatinen kann bereits durch geringe Mengen Wasser beschädigt werden.

- ▶ Stellen Sie bei der Erzeugung von Wasserstoff sicher, dass durch die aufsteigenden Gasbläschen kein Wasser aus den Wasserstoff- / Wassertanks gespritzt wird!
- ▶ Achten Sie beim Nachfüllen der Tanks mit destilliertem Wasser darauf, kein Wasser zu verschütten!

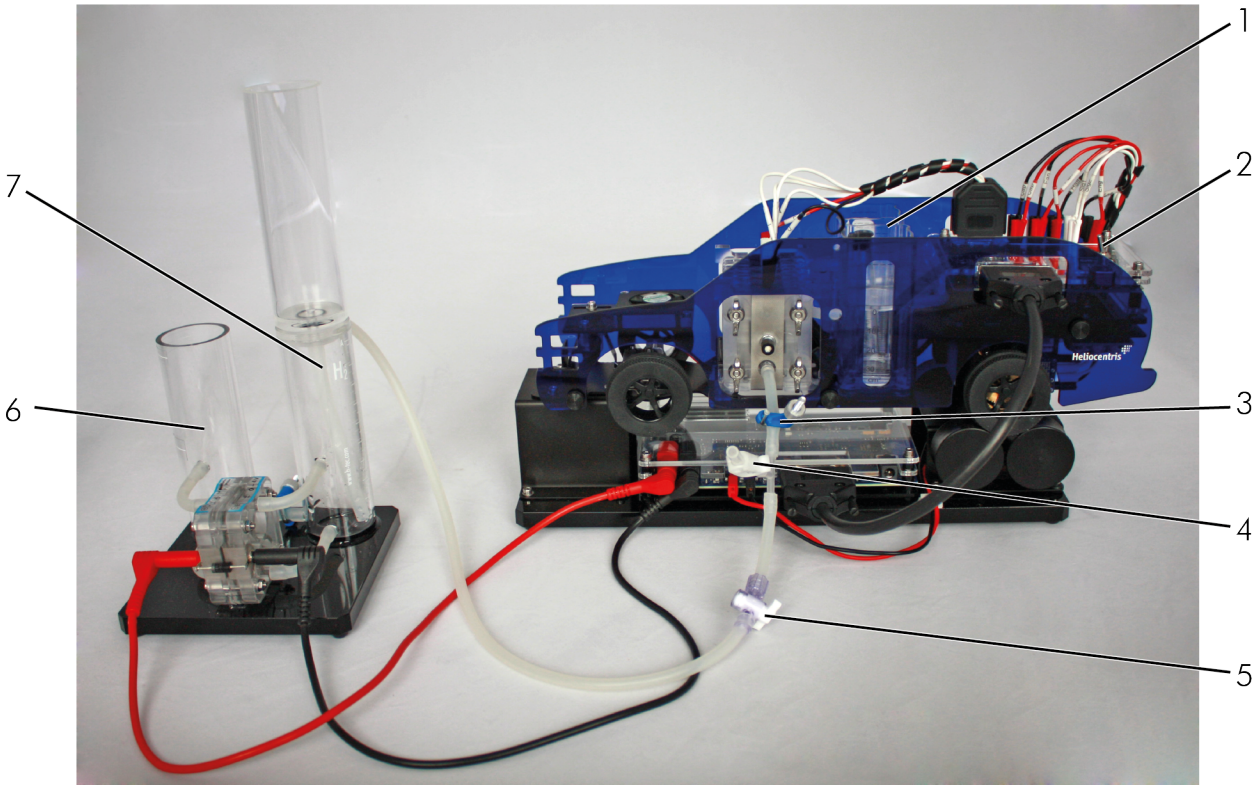



Abb. 5-3 Wasserstoff erzeugen und verwenden

| | |
|---|---|
| 1 Autotanks | 2 On / Off-Schalter an der Energiesteuerplatine |
| 3 Freilaufventil | 4 Spülventil |
| 5 Elektrolyseurventil | 6 Tank 2 der Elektrolyseur-Station |
| 7 Tank 1 der Elektrolyseur-Station | |

✓ Elektrolyseur ist mit Brennstoffzelle und Prüfstand verbunden.

✓ Gasleitungen zwischen Elektrolyseur und Brennstoffzelle sind korrekt angeschlossen

✓ Beide Elektrolyseurtanks sind mit destilliertem Wasser gefüllt
Tank 1 (7): bis zur 0 $cm^3$- Markierung
Tank 2 (6): mindestens bis zur MIN-Markierung auf dem Etikett

✓ Dauer: ca. 3 min

Tipp

Der Elektrolyseur wird automatisch abgeschaltet, sobald Sie den Prüfstand verwenden.

Ist der Prüfstand eingeschaltet, können Sie nicht gleichzeitig auch den Elektrolyseur einschalten.

1. Schließen Sie die beiden Schlauchklemmen (3,5) zwischen Brennstoffzelle und Wasserstofftank.
2. Stellen Sie sicher, dass das Spülventil geschlossen ist (4).
3. Schalten Sie die Energiesteuerplatine ein (2).
4. Starten Sie die HyDrive Control Suite software.

5. Um automatisch Wasserstoff zu erzeugen, klicken Sie auf die Elektrolyseur-Schaltfläche in der Software.

   Tipp! Bei einigen Experimenten muss Wasserstoff manuell durch Einstellen der Elektrolyseurspannung auf der Registerkarte ***Elektrolyseur*** erzeugt werden. Nähere Hinweise dazu finden Sie in der Experimentieranleitung.

⇨ Aufgrund der Elektrolyse fließt das Wasser von der Wasserversorgung in den Elektrolyseur, während Wasserstoff aus dem Elektrolyseur in den Tank (unten) gepresst wird. Dadurch drückt der Wasserstoff das Wasser in den oberen Bereich des Tanks. Gleichzeitig dichtet das Wasser den Tank ab, sodass kein Wasserstoff entweichen kann.

6. Befüllen Sie die Tanks im Auto (1) mit Wasserstoff, indem Sie das Freilaufventil (3) und das Elektrolyseurventil (5) öffnen.

   Tipp! Öffnen Sie nicht das Spülventil (4)!

7. Sobald der Wasserstand in den Autotanks den Höchstwert erreicht hat, schließen Sie das Elektrolyseurventil (5) wieder.

⇨ Das System ist nun betriebsbereit.

Tipp

Vgl. auch Standardverfahren Brennstoffzelle spülen auf Seite 41.

## 5.3 Auto fahren

Der folgende Abschnitt beschreibt das Fahren des Autos

- Mit Prüfstand
- Ohne Prüfstand (Roaming)
- Mit Supercap
- Im Rückwärtsgang

Achtung

**Gefahr der Beschädigung von elektrischen Verbindungen oder Steckern!**

Das HyDrive-Auto funktioniert gar nicht oder nur eingeschränkt.

▶ Heben Sie das Auto am Chassis hoch, verwenden Sie niemals das Brennstoffzellen-Anschlusskabel als Haltegriff:

Achtung

**Beschädigung des Autos durch schwere Lasten!**

Das Auto kann durch schwere Lasten oder einen schweren Anhänger beschädigt werden.

▶ Versehen Sie das Auto nicht mit zusätzlichen Lasten, und verwenden Sie auch keinen Anhänger.

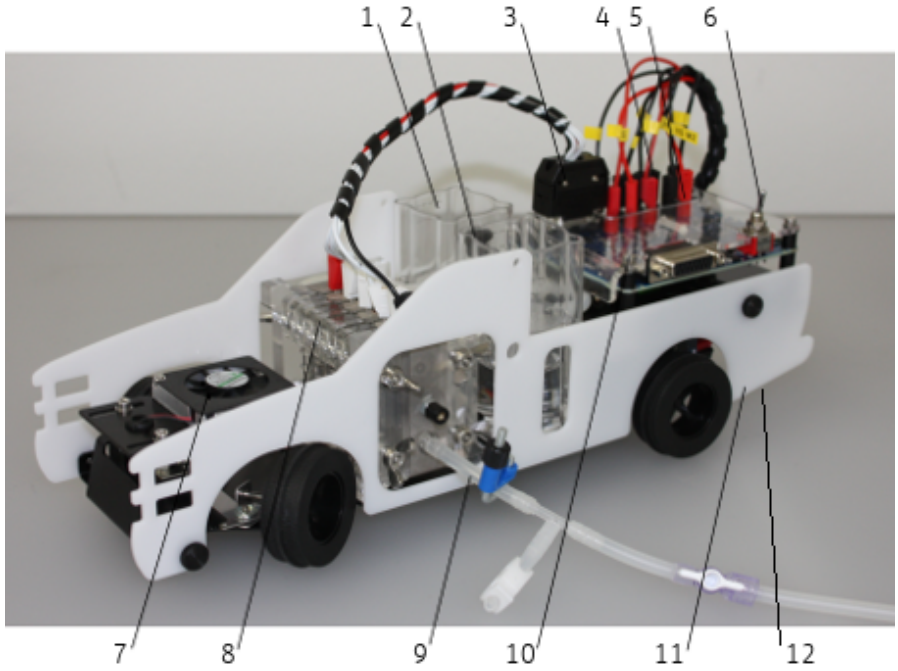



Abb. 5-4Auto starten

1 ***On***/***Off***-Schalter an der Energiesteuerplatine

### 5.3.1 Mit Prüfstand fahren

✓ Auto und Prüfstand sind elektrisch verbunden

✓ Software wurde gestartet

▶ Starten Sie das Auto, indem Sie den Schalter (6) an der Energiesteuerplatine von links nach rechts kippen.

Tipp

Eine Veränderung der Prüfstandleistung während des Fahrens mit konstanter Fahrzeugleistung beeinflusst die Systemgeschwindigkeit und kann als zusätzlicher Fahrwiderstand angesehen werden.

### 5.3.2 Fahren ohne Prüfstand (Roaming)

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Zustammenstoß!**

Das HyDrive-Auto kann während der Fahrt mit Personen kollidieren.

- ▶ Halten Sie sicheren Abstand zum fahrenden Auto.
- ▶ Tragen Sie festes Schuhwerk.

Achtung

**Beschädigung des Auto-Chassis durch Zusammenstoß!**

Das Chassis kann bei Zusammenstößen beschädigt werden.

- ▶ Entfernen Sie jegliche Hindernisse aus dem Fahrbereich.

Achtung

**Beschädigung der Anschlüsse, des Getrieberads oder des Autos durch einen unebenen Fahrbereich!**

Durch Fahren auf einem zu ungleichmäßigen Untergrund kann das Auto beschädigt werden. Elektrische Anschlüsse können sich lösen oder die Bluetooth-Verbindung kann abbrechen, sodass sich das Auto unkontrolliert bewegt und möglicherweise in ein Hindernis fährt.

- ▶ Fahren Sie mit dem Auto auf einem sauberen und gleichmäßigen Untergrund.

- ✓ Auto ist vom Prüfstand getrennt
- ✓ Batterien sind vollständig geladen, vgl. Batterien aufladen auf Seite 64
- ▶ Starten Sie das Auto, indem Sie den On / Off-Schalter an der Energiesteuerplatine von links nach rechts kippen.

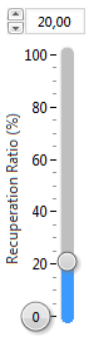
### 5.3.3 Rekuperation

Achtung

**Beschädigung des Motors durch lange Rekuperation!**

Lange Rekuperation kann den Motor schädigen.

- ▶ Rekuperationszeit von 4 min nicht überschreiten. Volle Rekuperation bei 5 V ist innerhalb von 4 min erreicht.




- ✓ Der Supercap ist eingeschaltet.
- ▶ Legen Sie den Rekuperationsgrad in der HyDrive Control Suite fest, indem Sie den gewünschten Wert eingeben oder mit dem vertikalen Schieberegler einstellen.
- ⇨ Der Rekuperationsgrad beeinflusst die Energierückgewinnung.
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche ***Rollen***, damit das Auto in einem Schritt mit 20 % Rekuperation und 65 % Prüfstandleistung rollt.

### 5.3.4 Auto im Rückwärtsgang fahren

Um das Auto im Rückwärtsgang zu fahren, gehen Sie wie folgt vor:

✓ Auto ist elektrisch verbunden

✓ Auto ist vom Prüfstand getrennt

✓ Software wird ausgeführt

1. Klicken Sie im Dashboard „Steuerung“ auf die Schaltfläche ***Rückwärtsgang***.
   ⇨ Die Schaltfläche wird rot. Das Auto fährt nun im Rückwärtsgang.
2. Klicken Sie nochmals auf ***Rückwärtsgang***, um das Auto anzuhalten.

## 5.4 Messdaten verarbeiten

Um das Verhalten einer Systemkomponente zu dokumentieren und/oder Experimente auszuwerten, können verschiedene Messdaten fortlaufend protokolliert und in einer Datei gespeichert werden. Das Messintervall beträgt 0,1 s.

Zum System gehören:

- Stromsensoren
- Spannungssensoren
- Hall-Sensor

In diesem Kapitel wird die Protokollierung und Verarbeitung der Messdaten beschrieben.

### 5.4.1 Übersicht über Messdaten

| Bezeichnung | Erläuterung | Einheit |
|---|---|---|
| Zeitstempel | Zeitstempel der jeweiligen Daten | [hh:mm:-ss] |
| Index | Index der Daten | - |
| Batteriespannungswar-nung < 3.15 | Warnung bei zu niedriger Spannung der internen Akkus | [V] |
| Versorgungsspannung angeschlossen | Status der Spannungsversorgung: Angeschlosse-n/nicht angeschlossen | - |
| Prüfstand angeschlossen | Status des Prüfstands: Angeschlossen/nicht angeschlossen | - |
| Elektrolyseur angeschlossen | Status des Elektrolyseurs: Angeschlossen / nicht angeschlossen | - |
| Fehlercode | Fehlercode | - |
| Sample-Rate | Datenerfassungsrate | [ms] |

| Bezeichnung | Erläuterung | Einheit |
|---|---|---|
| Batteriespannung | Spannung des internen Akkus | [V] |
| Fahrzeuggeschwindigkeit | Die Geschwindigkeit des Autos | [km/h] |
| Motordrehzahl | Umdrehungen pro Minute, bezogen auf die Motorwelle | [1/min] |
| Supercap-Spannung | Spannung am Supercap | [V] |
| Supercap-Strom | Strom am Supercap | [A] |
| Supercap-Eenergie | Energie im Supercap | [Ws] |
| Brennstoffzellen-Stack-Strom | Strom des Brennstoffzellenstacks | [A] |
| Brennstoffzellen-Stack-Spannung | Spannung des Brennstoffzellen-Stacks | [V] |
| BZ-Zell-Spannung 1…5 | Einzelspannung der Brennstoffzelle 1…5 | [V] |
| Elektrolyseur-Spannung | Spannung am Elektrolyseur | [V] |
| Elektrolyseur-Strom | Strom am Elektrolyseur | [A] |
| Prüfstandsstrom | Strom am Motor des Prüfstands | [A] |
| Versorgungsspannung | Spannung des Leistungssteckers am Prüfstand | [V] |
| Batterie-Ladezustand | Ladezustand der internen Akkus<br>• Warten: Ablesewerte beim ersten Einschalten des Geräts<br>• Wird geladen<br>• Geladen | - |
| Supercap | Status des Supercap (Ein/Aus) | - |
| Brennstoffzellenzustand | Status der Brennstoffzelle (Ein/Aus) | - |
| BZ/SC parallel: f, Reihe: t | Anschluss von Brennstoffzelle und Supercap: parallel oder in Reihe | - |
| Bremszustand | Status der Bremse (Ein/Aus) | - |
| Batterie laden | Laden der internen Akkus (Ein/Aus) | - |
| Rekuperationsgrad | Rekuperationsgrad | [%] |
| Fahrzeugleistung | Leistungspegel am Fahrzeugmotor | [%] |
| Prüfstandleistung | Leistungspegel am Motor des Prüfstands | [%] |
| Rückwärtsgang | Status des Rückwärtsgangs (Ein/Aus) | - |
| Elektronische Last | Strom am elektronischen Verbraucher | [A] |
| Elektrolyseur-Soll-Spannung | Spannung des Elektrolyseurs | [V] |

| Bezeichnung | Erläuterung | Einheit |
|---|---|---|
| Lüfterdurchsatz | Luftdurchflussrate am Ventilator | [$cm^3/s$] |

Tab. 5-1 In HyDrive protokollierte Messdaten

### 5.4.2 Messdaten protokollieren

✓ Auto wurde gestartet

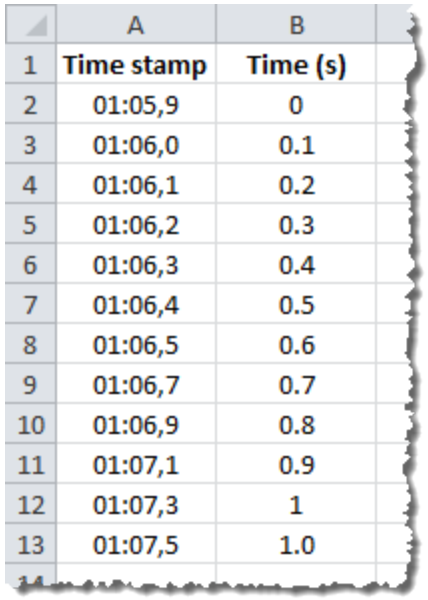
✓ Software wurde gestartet

✓ Dauer: ca. 5 min

1. Wählen Sie im Menü ***Daten*** die Optionen ***Datenerfassung*** > ***Start***.
   ⇨ Das Fenster ***Daten speichern*** wird geöffnet.
   ⇨ Der Standarddateiname enthält eine Datums- und Zeitangabe HyDrive-Measurement_JJ-MM-TT_hhmmss.csv
2. Geben Sie den Dateinamen im vorliegenden Ordner an, und bestätigen Sie mit ***OK***.
   ⇨ Die hellgrüne Farbe des Statusleistensymbols ***Datenerfassung*** weist auf die fortlaufende Protokollierung aller Messdaten hin.
3. Lassen Sie die Datenerfassung während des Experiments eingeschaltet.
4. Beenden Sie die Datenerfassung (***Daten*** > ***Datenerfassung*** > ***Stopp***).
   ⇨ Die dunkelgrüne Farbe des Statusleistensymbols ***Datenerfassung*** zeigt an, dass keine Messdaten mehr protokolliert werden.
5. Öffnen Sie die Messdatendatei im vorliegenden Ordner C:\Benutzer\<Ihr-Benutzername>\Dokumente\HyDrive\Save.
   ⇨ Die Tabelle wird in der ersten Spalte mit dem Zeitstempel gefüllt und in den Folgespalten mit allen anderen Messdaten.

Tipp

Ist ein Tabellenkalkulationsprogramm wie Microsoft Excel installiert, werden Dateien im .csv-Format automatisch mit dieser Software geöffnet.



| | A | B |
|---|---|---|
| 1 | Time stamp | Time (s) |
| 2 | 01:05,9 | 0 |
| 3 | 01:06,0 | 0.1 |
| 4 | 01:06,1 | 0.2 |
| 5 | 01:06,2 | 0.3 |
| 6 | 01:06,3 | 0.4 |
| 7 | 01:06,4 | 0.5 |
| 8 | 01:06,5 | 0.6 |
| 9 | 01:06,7 | 0.7 |
| 10 | 01:06,9 | 0.8 |
| 11 | 01:07,1 | 0.9 |
| 12 | 01:07,3 | 1 |
| 13 | 01:07,5 | 1.0 |

⇨ Damit sind die Messdaten protokolliert. Das Verhalten der Systemkomponente ist dokumentiert und/oder Experimente können auf der Grundlage dieser Daten ausgewertet werden.

### 5.4.3 Diagramme erstellen

So erstellen Sie Diagramme aus den Messdaten:

1. Öffnen Sie die entsprechende .csv-Datei in Microsoft Excel.
2. Markieren Sie die in einem Diagramm anzuzeigenden Daten.
3. Wählen Sie im Menü die Optionen ***Einfügen*** > ***Diagramme***.
4. Klicken Sie auf eines der Diagramm-Layouts.

⇨ Die gewählten Daten werden nun als Diagramm angezeigt.

## 5.5 Automatische Profile verwenden

Die automatischen Profile dienen der Simulation unterschiedlicher Arten von elektronischen Lasten oder Fahrzyklen. Bestimmte Werte sind in der HyDrive Control Suite-Software vordefiniert, sodass der Anwender mit den Experimenten automatisch beginnen kann, ohne irgendwelche Werte einzustellen.

### 5.5.1 Beschreibung automatischer Profile

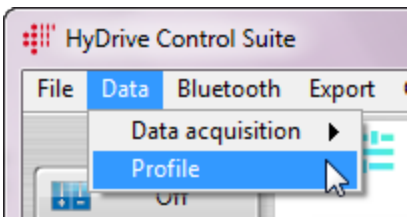
Die folgenden automatischen Profile lassen sich abrufen:

| Automatisches Profil | Funktion |
|---|---|
| Stop & Go Innenstadt | Simuliert einen Fahrzyklus in der Stadt mit mehreren Stops (rote Ampeln) und Gos (grüne Ampeln) |

| Automatisches Profil | Funktion |
|---|---|
| FC-Kurve mit Lüfter 200 | Demonstriert, wie die Leistung des Brennstoffzellen-Stacks von der Menge der zugeführten Umgebungsluft abhängt (hier: Lüfterdurchsatz 200 $cm^3/s$) |
| FC-Kurve mit Lüfter 400 | Demonstriert, wie die Leistung des Brennstoffzellen-Stacks von der Menge der zugeführten Umgebungsluft abhängt (hier: Lüfterdurchsatz 400 $cm^3/s$) |
| FC-Kurve mit Lüfter 600 | Demonstriert, wie die Leistung des Brennstoffzellen-Stacks von der Menge der zugeführten Umgebungsluft abhängt (hier: Lüfterdurchsatz 600 $cm^3/s$) |
| Bergab und bergauf | Simuliert Bergauf- und Bergabfahrten mit wechselnden Lasten: Beim Bergauffahren ist der Motor stärker belastet, beim Bergabfahren wird er entlastet, da das Auto schwerkraftbedingt ausrollt. Das Ausrollen wird am Prüfstand simuliert. |
| Rekuperatives Bremsen | Demonstriert den Rekuperationsvorgang im Detail |

Tab. 5-2 Automatische Profile in der HyDrive Control Suite-Software

### 5.5.2 Automatische Profile ausführen




Um ein Profil auszuführen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie im Menü auf ***Daten***, und wählen Sie die Option ***Profil***.
   ⇨ Das Fenster ***Daten speichern*** wird mit dem Standardpfad C:\Users\user-name\Documents\HyDrive\Save angezeigt.
2. Wählen Sie den Ordner, in dem die Daten aus dem automatischen Profil gespeichert werden sollen. Andernfalls werden die Daten automatisch im Standardpfad gespeichert.
3. Wählen Sie den Namen des Dokuments. Andernfalls werden die Daten automatisch als ***HyDrive-Measurement_+timestamp+*** gespeichert.
4. Bestätigen Sie dies mit ***OK***.
   ⇨ Das Fenster ***Prüfprofil wählen*** wird mit dem Standardpfad C:\Users\user-name\Documents\HyDrive\Experiments angezeigt.
5. Um ein automatisches Profil zu wählen, klicken Sie zweimal auf das gewünschte Profil.
   ⇨ Das Fenster ***Prüfprofil wählen*** wird automatisch geschlossen.
   ⇨ Das Experiment beginnt automatisch mit den Einstellungen des gewählten Profils.
6. Um das Experiment zu beenden, wählen Sie ***Daten*** > ***Profil***.

⇨ Das Experimentwird gestoppt.

## 5.6 Batterien aufladen

Um die Batterien aufzuladen, gehen Sie wie folgt vor:

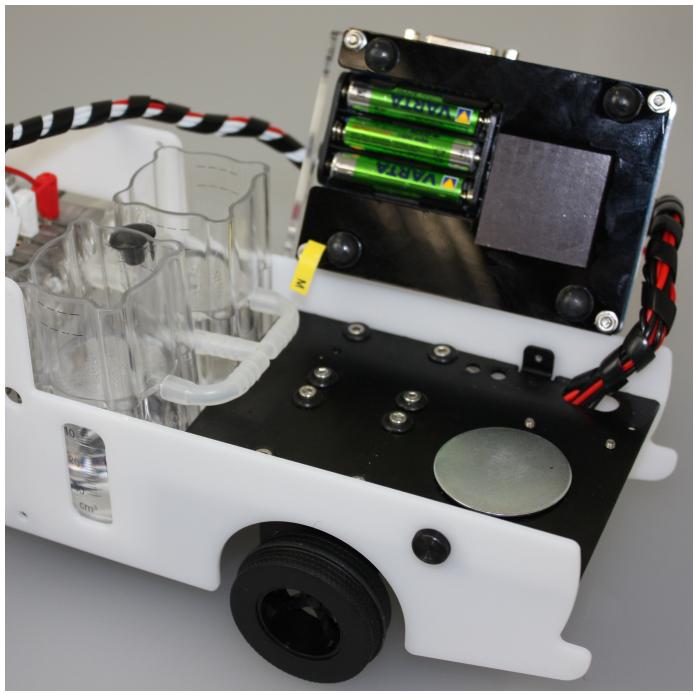


Abb. 5-5 Batteriegehäuse unter der Energiesteuerplatine

✓ Auto ist elektrisch verbunden

✓ Auto ist an den Prüfstand angeschlossen

✓ Software wurde gestartet

1. Klicken Sie in der HyDrive Control Suite auf die Schaltfläche ***Systembatterie laden***.
2. Die Software beginnt mit der Messung der Systembatteriespannung.
   - Beträgt die Spannung weniger als 3 V, wird die Batterie aufgeladen.
   - Beträgt die Spannung mehr als 4 V, klicken Sie auf ***Systembatterie laden***, um den Ladevorgang zu beenden.

   ⇨ Die Batterien sind nun aufgeladen. Das Auto wird ohne den Prüfstand gefahren.

## 5.7 Supercap entladen

Der Supercap simuliert das Batteriemodul in einem Hybridfahrzeug. Er kann entweder mithilfe des Brennstoffzellen-Stacks oder per Rekuperation durch die Rückspeisung der Bremsenergie geladen werden.

Der Supercap muss entladen werden, um damit verbundene Experimente durchführen zu können.

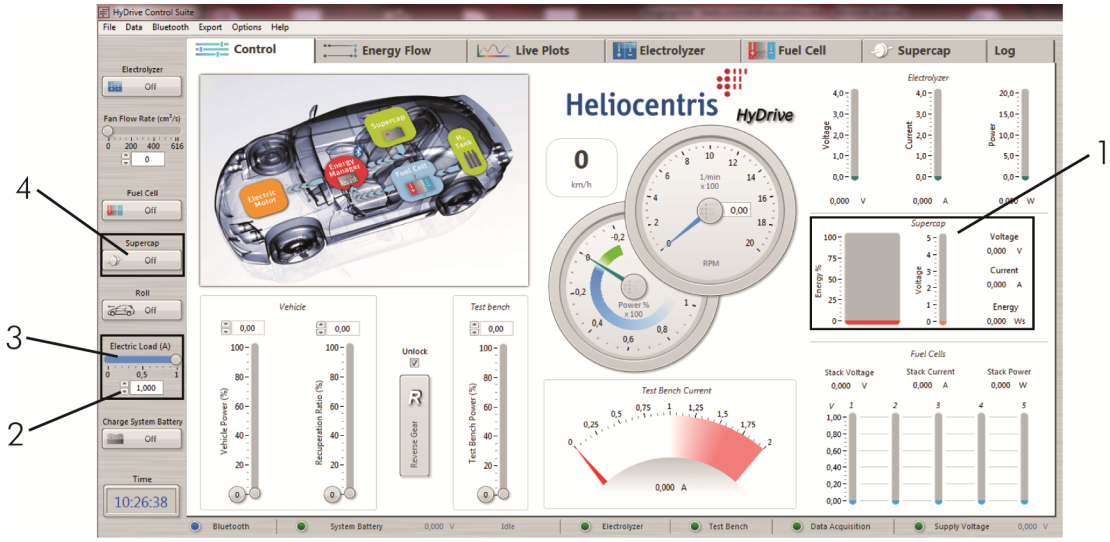



Abb. 5-6 Supercap entladen

1 Supercap-Spannung
2 Eingabefeld für elektronische Last
3 Schieberegler für elektronische Last
4 Supercap-Schaltfläche

Um den Supercap zu entladen, gehen Sie wie folgt vor:

✓ Auto wurde gestartet

✓ Software wird ausgeführt

✓ Auto und Prüfstand sind elektrisch verbunden

✓ Dauer: ca. 5 min

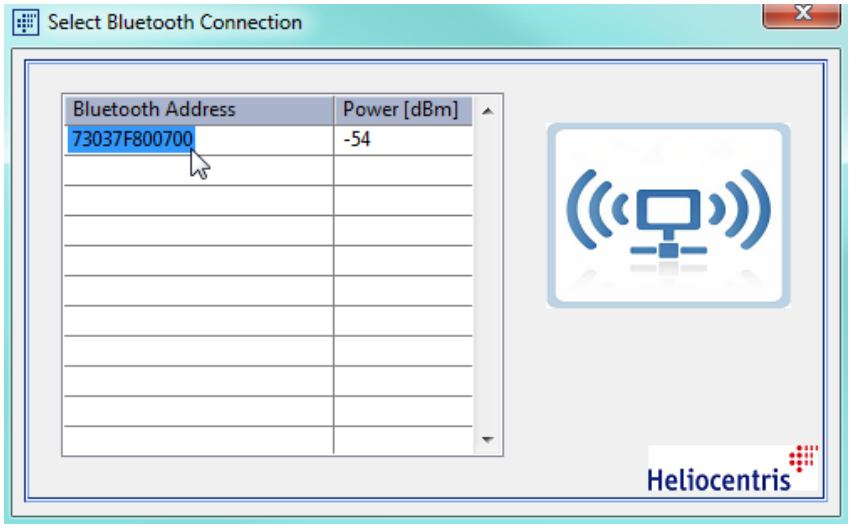
1. Stellen Sie die elektronische Last auf Maximalstrom
   – mit dem Schieberegler (3) oder
   – über das Eingabefeld (2)
2. Klicken Sie auf die Supercap-Schaltfläche (4).
   ⇨ Die Schaltfläche wird rot. Der Supercap ist eingeschaltet.
3. Warten Sie, bis die Spannung des Supercap auf 0 V fällt (1).
4. Setzen Sie die elektronische Last zurück auf Null (2, 3).

⇨ Der Supercap ist nun entladen.

## 5.8 Beispiel für die Verwendung der Control Suite-Software

Dies ist ein Beispiel für die Verwendung der HyDrive Control Suite. Weitere Informationen finden Sie in der Experimentieranleitung.

1. Starten Sie das Auto.
2. Starten Sie die Software .
3. Warten Sie, bis das Dialogfenster für die Blueetooth-Verbindung angezeigt wird.




4. Wählen Sie in der Liste der Bluetooth-Adressen auf der linken Seite die gewünschte Bluetooth-Verbindung.
5. Klicken Sie auf .

⇨ Sofern keine Fehlermeldung erscheint, können Sie das Auto nun steuern und Daten des Autos über die HyDrive Control Suite abrufen. Die blaue Schaltfläche in der Statusleiste ist aktiv.

⇨ kann der Anwender mit allen Elementen der Benutzeroberfläche auf dem Bildschirm interagieren.

6. Klicken Sie auf die Schaltfläche ***Elektrolyseur***.
   ⇨ Der Elektrolyseur ist nun eingeschaltet und erzeugt Wasserstoff.
7. Schalten Sie nach einigen Minuten, wenn 80 $cm^3$ Wasserstoff erzeugt wurden, den Elektrolyseur aus.
8. Klicken Sie zum Abschalten des Elektrolyseurs erneut auf die Schaltfläche ***Elektrolyseur***.
9. Klicken Sie im Untermenü auf ***Daten*** > ***Datenerfassung*** > ***Start***, um die Daten abzurufen.
10. Klicken Sie auf die Schaltfläche ***Brennstoffzelle***, um das Auto zu starten.
11. Legen Sie die Geschwindigkeit fest, indem Sie den Schieberegler ***Fahrzeugleistung*** nach oben bewegen.

⇨ Das Auto fährt nun im Prüfstand, und die Brennstoffzellen-Anzeigen geben die Energiemenge an, die der Brennstoffzellen-Stack bereitstellt.

12. Stellen Sie den Schieberegler ***Fahrzeugleistung*** auf 0 % zurück, um das Auto anzuhalten.

# 6 Außerbetriebnahme

## 6.1 HyDrive-System demontieren

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie das HyDrive-System demontiert wird. Hierzu müssen folgende Schritte ausgeführt werden:

- Auto demontieren auf Seite 67
- Prüfstand demontieren auf Seite 67
- Elektrolyseur-Station demontieren auf Seite 67

### 6.1.1 Auto demontieren

1. Schalten Sie die gesamte Stromversorgung aus.
2. Ziehen Sie alle elektrischen Verbindungen ab.
3. Entfernen Sie die Wasserstoffleitungen.
4. Lösen Sie die Rändelschrauben, und demontieren Sie die Seitenteile des Chassis.
5. Nehmen Sie die Energiesteuerplatine heraus.
6. Nehmen Sie die Brennstoffzelle heraus.
7. Nehmen Sie die Wasserstoff-/Wassertanks und den Wasserabscheider heraus.
8. Um das gesamte destillierte Wasser / den gesamten Wasserstoff aus den Tanks abzulassen, halten Sie die Tanks leicht geneigt über ein Becken, bis sie vollständig entleert sind.

⇨ Das Auto ist vollständig demontiert und kann im mitgelieferten Kunststoffbehälter und Verpackungsmaterial gelagert oder versandt werden.

### 6.1.2 Prüfstand demontieren

1. Schalten Sie die gesamte Stromversorgung aus.
2. Ziehen Sie alle elektrischen Verbindungen ab.
3. Nehmen Sie die Steuerplatine des Prüfstands heraus.

⇨ Der Prüfstand ist vollständig demontiert und kann im mitgelieferten Kunststoffbehälter und Verpackungsmaterial gelagert oder versandt werden.

### 6.1.3 Elektrolyseur-Station demontieren

1. Schalten Sie die gesamte Stromversorgung aus.
2. Ziehen Sie alle elektrischen Verbindungen ab.
3. Entfernen Sie die Wasserstoffleitungen.

4. Trennen Sie den oberen Teil des 80 $cm^3$-Wasserstofftanks vom unteren, indem Sie ihn entgegen dem Uhrzeigersinn drehen:

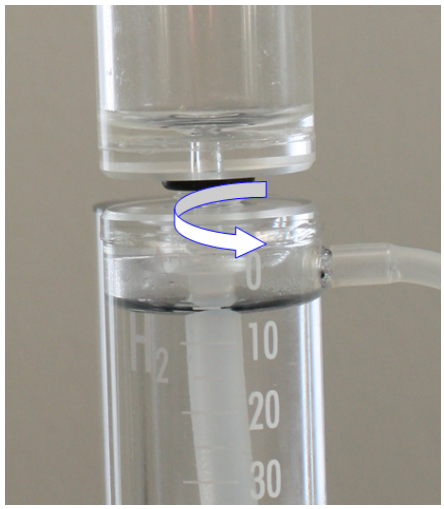



Abb. 6-1 Demontage des Wasserstofftanks

5. Um das gesamte destillierte Wasser / den gesamten Wasserstoff aus den Tanks abzulassen, halten Sie die Tanks leicht geneigt über ein Becken, bis sie vollständig entleert sind.

⇨ Die Elektrolyseur-Station ist vollständig demontiert und kann im mitgelieferten Kunststoffbehälter und Verpackungsmaterial gelagert oder versandt werden.

## 6.2 Software deinstallieren

▶ Deinstallieren Sie die HyDrive Control Suite-Software unter ***Systemsteuerung*** > ***Programme***.

## 6.3 Lagerung

Achtung

**Beschädigung durch Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit!**

Durch Eindringen oder Ablagerung von Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kann das HyDrive-System beschädigt werden.

▶ Lagern Sie das System in einem sauberen und trockenen Bereich.

▶ Achten Sie auf die Lagerbedingungen, siehe Technische Daten auf Seite 85

▶ Lagern Sie die Komponenten in der Originalverpackung.

Achtung

**Beschädigung durch Austrocknen des Elektrolyseurs!**

Wenn der Elektrolyseur über einen längeren Zeitraum ohne destilliertes Wasser gelagert wird, können die Elektrolysezellen beschädigt und die Leistung des Elektrolyseurs beeinträchtigt werden.

▶ Füllen Sie destilliertes Wasser in die Gasauslässe des Elektrolyseurs, und verbinden Sie auf beiden Seiten des Elektrolyseurs den oberen und unteren Auslass mit Wasserstoffleitungen, um ihn abzudichten .

✓ Das System ist demontiert.

✓ Wasser ist aus den Tanks abgelassen.

▶ Bewahren Sie das System in der Originalbox und dem zugehörigen Verpackungsmaterial auf.

Tipp

Schützen Sie die Komponenten vor Staub, indem Sie sie mit Kunststofffolie umwickeln.

## 6.4 Versand

Achtung

**Beschädigung durch fehlerhaften Versand!**

Durch Eindringen oder Ablagerung von Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kann das HyDrive-System beschädigt werden.

▶ Befolgen Sie die Anweisungen.

▶ Beachten Sie die Transportbedingungen, siehe Technische Daten auf Seite 85.

Wenn das System oder einzelne Module versandt werden sollen

1. Nehmen Sie das System außer Betrieb.
2. Lassen Sie destilliertes Wasser aus den Tanks ab.
3. Verpacken Sie das System ordnungsgemäß.

Die örtlichen Vorschriften zum Transport müssen beachtet werden.

Versenden Sie das System in seiner Originalverpackung. Achten Sie beim Verpacken der einzelnen Komponenten darauf, dass sie ausreichend vor Stößen, Beschleunigungswirkungen und Feuchtigkeit geschützt werden.

Während des Transports darf das System keinem Frost und keiner übermäßigen Wärme über längere Zeit ausgesetzt werden. Halten Sie einen Temperaturbereich von +10 bis +40 °C ein.

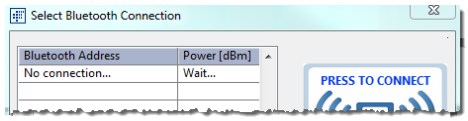
# 7 Problembehebung

So erhalten Sie Informationen zu Fehlern und Warnmeldungen:

▶ Klicken Sie auf die Registerkarte ***LOG*** in der HyDrive Control Suite-Software.

⇨ Die Ereignis-Log-Datei samt Fehler-Historie und Warnmeldungen wird angezeigt. Fehler und Warnmeldungen werden in chronologischer Reihenfolge angezeigt, d. h., das aktuellste Ereignis steht unten.

| Fehler | Abhilfe |
|---|---|
| Elektrolyse läuft durchgehend | 1. Halten Sie das Auto mit dem On / Off-Schalter auf der Energiesteuerplatine an.<br>2. Nehmen Sie das Netzkabel ab, und schließen Sie es wieder an.<br>3. Starten Sie das Auto mit dem On / Off-Schalter auf der Energiesteuerplatine neu. |
| Bluetooth-Verbindung wird nicht aufgebaut | |
| Brennstoffzellenspannung fällt ab | ▶ Spülen Sie die Brennstoffzelle. |
| Brennstoffzellenspannung nach dem Spülen niedrig | 1. Erzeugen Sie Wasserstoff, bis der Wasserstofftank voll ist (80 $cm^3$).<br>2. Spülen Sie die Brennstoffzelle erneut. |
| Brennstoffzellenleistung nach dem Auffüllen des Elektrolyseur-Tanks zu niedrig | 1. Trennen Sie alle elektrischen Verbindungen und Wasserstoffleitungen vom Brennstoffzellen-Stack.<br>2. Warten Sie 24 Stunden,bis er vollständigtrocken ist.<br>3. Schließen Sie den Brennstoffzellen-Stack wieder an. |
| Bluetooth-Verbindung funktioniert nicht.<br>• Software kann den Bluetooth-Treiber nicht finden.<br>• Windows kann den Treiber beim Aktualisieren nicht im angegebenen Ordner finden. | 1. Halten Sie das Auto mit dem On / Off-Schalter auf der Energiesteuerplatine an.<br>2. Nehmen Sie das Netzkabel ab, und schließen Sie es wieder an.<br>3. Starten Sie das Auto mit dem |

| Fehler | Abhilfe |
|---|---|
| | On / Off-Schalter auf der Energiesteuerplatine neu.<br>Wenn die Bluetooth-Verbindung immer noch nicht funktioniert:<br>1. Entfernen Sie den Bluetooth-Dongle.<br>2. Löschen Sie den Treiber im Gerätemanager von Windows.<br>3. Stecken Sie den Dongle wieder in den USB-Anschluss.<br>4. Installieren Sie den Bluegiga-Treiber im Gerätemanager von Windows neu. |
| Bluetooth-Anschluss ist scheinbar nicht verfügbar.<br>Software kann den Bluetooth-Anschluss nicht finden. | |
| Bluetooth-Verbindung zum Auto wird beim Start der Software nicht gefunden.<br>  | 1. Halten Sie das Auto mit dem On / Off-Schalter auf der Energiesteuerplatine an.<br>2. Trennen Sie das Netzkabel ab.<br>3. Warten Sie ein paar Sekunden.<br>4. Schließen Sie das Netzkabel wieder an.<br>5. Starten Sie das Auto.<br>6. Beenden Sie das Programm.<br>7. Entfernen Sie den Bluetooth-Dongle.<br>8. Setzen Sie den Bluetooth-Dongle wieder ein.<br>9. Starten Sie HyDrive Control Suite neu.<br>10. Warten Sie 1 Minute.<br>⇨ Das Dialogfenster ***Bluetooth-Verbindung auswählen*** erscheint und zeigt Ihre Bluetooth-Adresse in der Liste an.<br>11. Klicken Sie auf die korrekte Bluetooth-Adresse.<br>12. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Verbinden“. |
| Bluetooth-Verbindung geht verloren, wenn Laptop im Akku-Betrieb | ▶ Einstellungen der Energieoptionen auf dem PC |

| Fehler | Abhilfe |
|---|---|
| läuft | überprüfen: PC darf nicht im Energiesparnodus laufen<br>▶ System nur bei Netzbetrieb verwenden' |
| Der Elektrolyseur kann nicht eingeschaltet werden, der ***Elektrolyseur-Spannungssollwert*** geht zurück auf 0 V. | ▶ Schalten Sie den Prüfstand aus. |
| DieEinzelspannungsmessdatender Brennstoffzelle sind negativ oder nicht plausibel. | ▶ Stellen Sie sicher, dass die einzelnen Zellen der Brennstoffzelle korrekt mit der Energiesteuerplatine verbunden sind. Siehe Elektrolyseur an die Brennstoffzelle anschließen auf Seite 35. |

Tab. 7-1 Fehler und Abhilfe

# 8 Wartung, Service und Entsorgung

## 8.1 Wartung

Um den einwandfreien Betriebszustand des HyDrive-Systems aufrechtzuerhalten, muss der Eigentümer für eine regelmäßige Wartung sorgen.

### 8.1.1 Wasser-/Wasserstofftanks entleeren

Der Wasserstoff muss in folgenden Fällen aus dem System abgelassen werden:

- nach jedem Betrieb
- wenn Ventile oder Leitungen defekt sind
- wenn das System außer Betrieb genommen wird

1. Ziehen Sie alle elektrischen Verbindungen ab.
2. Nehmen Sie die Wasserstoff-/Wassertanks des Autos/der Elektrolyseur-Station heraus.
   – Siehe auch Auto demontieren auf Seite 67 und Elektrolyseur-Station demontieren auf Seite 67
3. Klemmen Sie die Wasserstoffleitungen ab.
4. Um das gesamte destillierte Wasser / den gesamten Wasserstoff aus den Tanks abzulassen, halten Sie die Tanks leicht geneigt über ein Becken, bis sie vollständig entleert sind.

⇨ Nun sind die Tanks leer und können in der originalen Verpackung gelagert werden.

### 8.1.2 Batterien wechseln

Die Batterien des HyDrive-Systems müssen ausgewechselt werden,

- wenn sie sich nicht mehr über die Software aufladen lassen
- wenn Batterieflüssigkeit ausläuft

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Batteriesäure!**

Batteriesäure kann Hautverbrennungen verursachen.

- ▶ Tragen Sie beim Wechseln von Batterien Schutzhandschuhe.
- ▶ Um das Auslaufen von Batterien zu vermeiden, verwenden Sie nur den technischen Spezifikationen entsprechende Batterien, vgl. Technische Daten auf Seite 85.
- ▶ Reinigen Sie bei auslaufenden Batterien die betroffenen Komponenten von Batteriesäure, vgl. Batteriesäure von Komponenten entfernen auf Seite 81.

Achtung

**Beschädigung elektronischer Komponenten durch Verwendung falscher Batterien!**

Bei Verwendung anderer als der im vorliegenden Handbuch angegebenen Batterien kann unter Umständen Batterieflüssigkeit austreten. Batteriesäure kann Schäden an den elektronischen Systemkomponenten verursachen.

- ▶ Verwenden Sie ausschließlich den technischen Spezifikationen entsprechende Batterien, vgl. Technische Daten auf Seite 85.
- ▶ Wechseln Sie auslaufende Batterien aus.
- ▶ Reinigen Sie bei auslaufenden Batterien die betroffenen Komponenten, vgl Batteriesäure von Komponenten entfernen auf Seite 81.

Achtung

**Eingeschränkte Funktionalität durch Verpolung der Batterien!**

Bei falsch eingelegten Batterien funktioniert das System nicht richtig oder gar nicht.

- ▶ Achten Sie daher beim Einlegen der Batterien auf korrekte Polarität (+/-).

✓ Schutzhandschuhe

✓ Auto ist ausgeschaltet

✓ System ist stromfrei geschaltet

1. Ziehen Sie das 15-polige Kommunikationskabel zwischen Energiesteuerplatine und Prüfstand ab.
2. Ziehen Sie das Einzelspannungsmesskabel ab.
3. Heben Sie die Energiesteuerplatine vorsichtig heraus, und legen Sie sie zur Seite.

⇨ Die Batterien auf der Rückseite der Energiesteuerplatine sind nun zu sehen.

4. Nehmen Sie die alten Batterien heraus.
5. Legen Sie den technischen Spezifikationen entsprechende neue Batterien ein.
6. Setzen Sie die Energiesteuerplatine wieder ein.
7. Verbinden Sie Energiesteuerplatine und Prüfstand mit dem 15-poligen Kommunikationskabel.
8. Schließen Sie das Einzelspannungsmesskabel an.

⇨ Die Batterien sind ausgewechselt.

⇨ Geben Sie die alten Batterien bei einer ausgewiesenen Sammelstelle ab, vgl. Entsorgung auf Seite 82.

### 8.1.3 Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren

Um defekte Teile der vormontierten Autotank/Wasserabscheider-Einheit auszutauschen, demontieren Sie das Set wie folgt:

1. Nehmen Sie alle Wasserstoffleitungen, Verbindungsstücke und Kappen von der Autotank/Wasserabscheider-Einheit ab.
2. Ersetzen Sie die defekten Teile durch neue.
3. Bauen Sie die Tanks und den Wasserabscheider wieder zusammen.

#### Autotanks und Wasserabscheider (de)montieren

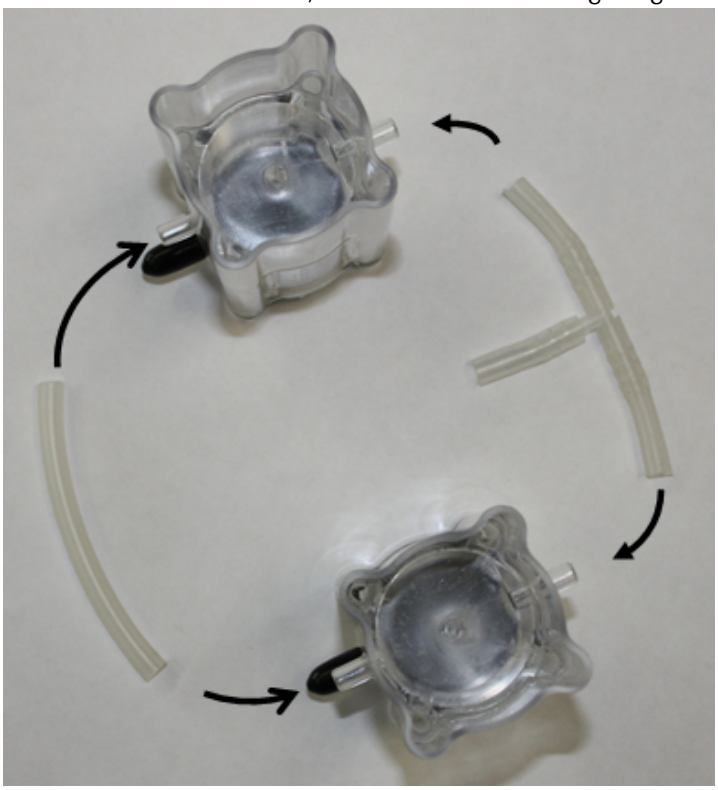
1. Schließen Sie Leitungen und T-Verbindung wie in der Abbildung dargestellt an:

Abb. 8-1 T-Verbindungsleitung zwischen den Wasserstofftanks des Autos

2. Verschließen Sie den unteren Auslass der beiden $H^2$-Tanks mit einer Kappe:

3. Positionieren Sie Tanks, T-Verbindung und Leitung wie in der folgenden Abbildung dargestellt, und schließen Sie die Leitungen an die oberen

Auslässe beider Tanks an, wie durch die Pfeile angezeigt:

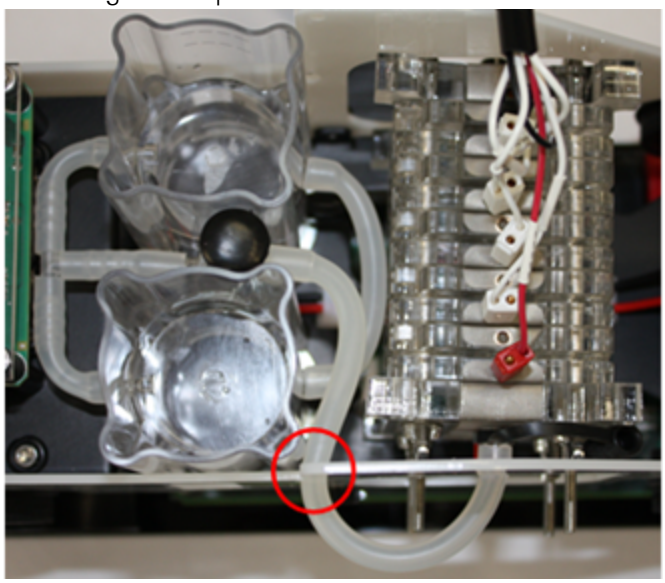


4. Verschließen Sie den unteren Auslass des Wasserabscheiders mit einer Kappe:

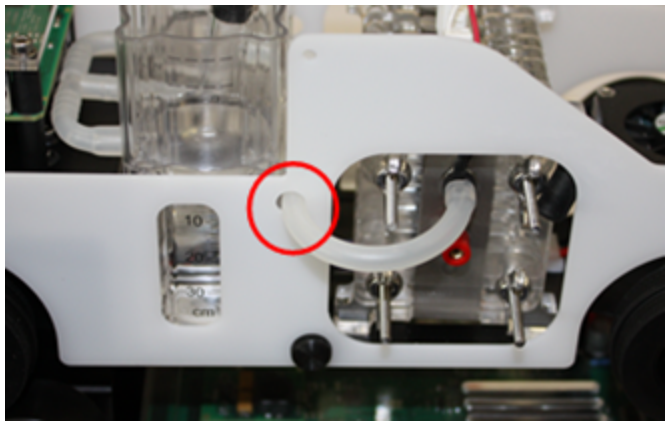
5. Platzieren Sie den Wasserabsorber zwischen den Wasserstofftanks des Autos, und verbinden Sie seinen mittleren Auslass mit der verbliebenen

T-Verbindungsleitung aus dem vorherigen Schritt:

6. Montieren Sie das Tank/Absorber-Set zwischen der Brennstoffzelle und der Energiesteuerplatine:



7. Verbinden Sie den oberen Auslass des Wasserabsorbers mit dem Brennstoffzelleneinlass:



## 8.2 Reinigen

Um jederzeit einen einwandfreien Systembetrieb zu gewährleisten, befolgen Sie die Reinigungsanweisungen in diesem Kapitel.

Achtung

**Schäden an Komponenten durch unsachgemäßes Reinigen!**

Die Verwendung von Druckluft zum Reinigen des Systems kann Komponenten beschädigen und die Betriebsfähigkeit des Systems beeinträchtigen. Flüssige Reinigungsmittel können Elektronikteile angreifen.

- ▶ Verwenden Sie **keine** Druckluft zum Reinigen des Systems.
- ▶ Verwenden Sie **keine** Flüssigkeiten zum Reinigen von Elektronikteilen des Systems.
- ▶ Befolgen Sie die Anweisungen im vorliegenden Handbuch, um ein perfektes Reinigungsergebnis zu erzielen.

- ✓ Trockenes Tuch (für Elektronikteile)
- ✓ Feuchtes Tuch
- ✓ Bürste
- ✓ Destilliertes Wasser
- ✓ System ist stromfrei geschaltet

- ▶ Reinigen Sie alle Elektronikteile mit einem trockenen Tuch.
- ▶ Reinigen Sie Steuerplatinen mit einer feinen Bürste.
- ▶ Entfernen Sie hartnäckigen Schmutz auf mechanischen Teilen wie dem Chassis oder dem Rahmen des Prüfstands mit einem feuchten Tuch.
- ▶ Reinigen Sie die Wasserstoff-/Wassertanks und Leitungen mit destilliertem Wasser.
- ▶ Reinigen Sie Elektrolyseur und Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser.

Tipp

Um hartnäckigen Schmutz von den Wasserstoff-/Wassertanks zu entfernen, spülen Sie diese unter laufendem Wasser, bis sie sauber sind. Spülen Sie sie anschließend noch mit destilliertem Wasser.

### 8.2.1 Batteriesäure von Komponenten entfernen

Vorsicht

**Verletzungsgefahr durch Batteriesäure!**

Bei Verwendung anderer als der im vorliegenden Handbuch angegebenen Batterien kann unter Umständen Batterieflüssigkeit austreten. Batteriesäure kann Hautverbrennungen verursachen.

- Tragen Sie Schutzhandschuhe, wenn Sie Batteriesäure von Komponenten entfernen.
- Um das Auslaufen von Batterien zu vermeiden, verwenden Sie nur den technischen Spezifikationen entsprechende Batterien, vgl. Technische Daten auf Seite 85.
- Entfernen Sie bei auslaufenden Batterien die Batteriesäure von den betroffenen Komponenten.

## 8.3 Service

Jedes HyDrive-System verfügt über eine Seriennummer, die auf dem Versandkarton und auf der Unterseite des HyDrive-Autos auf dem Typenschild vermerkt ist.

Die Seriennummer K00-1000-xxxx befindet sich auf dem Typenschild unterhalb des Barcodes.

Halten Sie diese Seriennummer stets bereit, damit der Heliocentris-Service Sie optimal unterstützen kann.

Wenn Sie Probleme mit dem System feststellen, wenden Sie sich an folgende Adresse:

Heliocentris Academia GmbH
Rudower Chaussee 29

12489 Berlin, Deutschland

Telefon +49 (0)30 – 340601-728
Fax +49 (0)30 – 340601-599

E-Mail: service@heliocentris.com

Wenn Sie das System zur Reparatur oder zum Austausch einschicken, müssen Sie es ausreichend geschützt und verpackt versenden. Wir empfehlen Ihnen, hierzu die Originalverpackung zu verwenden.

Heliocentris ist nicht für Schäden verantwortlich, die durch unsachgemäße Verpackung und / oder unsachgemäßen Versand entstanden sind. Für die Versandkosten von Systemen mit abgelaufener Garantiezeit müssen Sie selbst aufkommen.

## 8.4 Entsorgung

### System

Entsorgen Sie das System auf keinen Fall mit dem Haushaltsmüll. Gemäß der WEEE-Richtlinie 2012 / 19 / EU müssen Elektrogeräte an einem ausgewiesenen Sammelpunkt gesammelt und dann recycelt werden.

### Batterien

Entsorgen Sie Batterien niemals mit dem Haushaltsmüll.

- ▶ Entladen Sie die Batterien vollständig.
- ▶ Versiegeln Sie die Batteriepole mit reißfestem Klebeband.
- ▶ Geben Sie leere Batterien bei einer ausgewiesenen Sammelstelle ab.

### Verpackungsmaterial

- ▶ Verwahren Sie bei Bedarf Verpackungsmaterial für die spätere Lagerung des Systems.
- ▶ Entsorgen Sie nicht mehr benötigtes Verpackungsmaterial gemäß den örtlichen Gesetzen und Vorschriften.

### Außerhalb der Europäischen Union

Entsorgen Sie das System gemäß den örtlichen Gesetzen und Vorschriften.

## 8.5 Gewährleistung

Für die Komponenten des Systems übernimmt Heliocentris eine Gewährleistung von 1 Jahr ab dem Übergang des Systems.

Die Gewährleistung bezieht sich nur auf Mängel, die zum Zeitpunkt des Übergangs des Produkts vom Verkäufer auf den Käufer vorliegen.

Gewährleistungsansprüche gegenüber Heliocentris können in folgenden Fällen nicht geltend gemacht werden:

- Der Kunde hat den Schaden durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder Fehlbedienung herbeigeführt.
- Am Produkt wurden eigenmächtig Reparaturen oder Veränderungen durchgeführt.
- Der Kunde hat seine Aufsichtspflicht als Betreiber vernachlässigt und Dritten Schaden zugefügt.

Der Kunde hat seine Wartungspflicht als Betreiber vernachlässigt.

Für Schäden, die bei der Anlieferung zum Kunden entstanden sind, haftet der Lieferant und sorgt im Schadensfall für Ersatz.

Bei Reklamationen und Rückversand des Produkts trägt der Kunde das Risiko und hat für ordnungsgemäße und sichere Verpackung zu sorgen.

# 9 Technische Daten

## 9.1 Betriebsbedingungen

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Temperatur | 10…35 °C |
| Relative Luftfeuchtigkeit | <80 % |
| Umgebungsluft | Staubfrei |

## 9.2 Lagerbedingungen

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Temperatur | 10…35 °C |
| Relative Luftfeuchtigkeit | 40…80 % |

## 9.3 Transportbedingungen

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Temperatur | -25…+55 °C |
| Relative Luftfeuchtigkeit | <80 % |

## 9.4 Modellauto (einschließlich Energiesteuerplatine)

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 350 × 115 × 115 mm |
| Gewicht | 1.200 g |
| Zulässige Betriebsumgebungstemperatur | 10…35 °C |
| Motor: Ausgangsstrom | 0,28 A |
| Motor: Ausgangsspannung | 2,5 V |
| Motor: Messquote | 0…99 % |
| Lüfter: Ausgangsstrom | 0,07 A |
| Lüfter: Ausgangsspannung | 5,0 V |

### 9.4.1 Energiesteuerplatine

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 120 × 55 × 85 mm |
| Gewicht | 180 g |

| | |
|---|---|
| Messrate | 0,1 s…5 s |
| Funkfrequenz | Bluetooth 2,46 GHz |
| Batterien (3×) | HR03, NiMH, AAA, 1,2 V |

### 9.4.2 Wasserstofftanks (einschließlich Wasserabscheider)

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 95 × 95 × 80 mm |
| Gewicht | 140 g |
| Volumen | 2 × 30 $cm^3$ |

### 9.4.3 Zerlegbarer Brennstoffzellen-Stack

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 125 × 60 × 75 mm |
| Gewicht | 30 g |
| Leistung pro Zelle | 0,2 W |
| Leistung (5 Zellen) | 1 W |
| Max. Spannung | 1 – 4,5 V |

### 9.4.4 Superkondensator

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 60 × 15 × 35 mm |
| Gewicht | 20 g |
| Kapazität | 3,3 F |
| Ausgangsspannung | max. 5 V |

## 9.5 Prüfstand (einschließlich Steuerplatine)

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 320 × 100 × 120 mm |
| Gewicht | 1.010 g |
| Motor: Ausgangsstrom | 1,8 A |
| Motor: Ausgangsspannung | 2,0 V |
| Max. E-Laststrom | 1 A |
| Spannungsversorgung mit internem Verpolungsschutz | 5 V / 4 A |

### 9.5.1 Steuerplatine des Prüfstands

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 160 × 35 × 105 mm |
| Gewicht | 265 g |

## 9.6 Elektrolyseur-Station

| Eigenschaft | Wert |
|---|---|
| Maße (B × H × T) | 125 × 265 × 125 mm |
| Gewicht | 470 g |
| Max. Spannung | 4 V |
| Max. Strom | 2,5 A |
| $H_2$-Produktionsrate | 10 $cm^3$/min |
| Destilliertes Wasser | Elektrische Leitfähigkeit: 2$\mu$S |

## 9.7 Hardware- und Software-Anforderungen

| Bezeichnung | Spezifikation |
|---|---|
| Betriebssystem | Windows 7 oder höher |
| Browser | Firefox 24.8 oder höher |
| | Internet Explorer 10 oder 11 |
| Prozessor | 1 GHz oder höher mit x86- oder x64-Prozessor |
| Speicher (RAM) | 32-Bit: 2 GB<br>64-Bit: 2 GB |
| Bildschirmauflösung | optimiert für Bildschirme: bis zu 1024 × 600 |

# 10 Anhang

## 10.1 Sicherheitsdatenblatt für Wasserstoff

Das Sicherheitsdatenblatt für Wasserstoff ist hier erhältlich: GESTIS-Stoffdatenbank (Link öffnet sich in Ihrem Internetbrowser.)

Heliocentris Academia GmbH

Rudower Chaussee 29
12489 Berlin, Germany
T + 49 (0) 30 340 601 600
F + 49 (0) 30 340 601 599
academia@heliocentris.com
www.heliocentris.com

Heliocentris Energy Systems Inc.

902 - 610 Granville St..
Vancouver, BC
V6C 3T3 Canada
T + 1 604 684 3546
F + 1 604 648 9406
academia@heliocentris.com

© Heliocentris Academia GmbH 2015. Subject to modification.